Audemard

—

1902

—

N° 22

RECHERCHES

SUR LA

LOCALISATION DES ALCALOÏDES

DANS LES GENÊTS

(ÉTUDE MICROCHIMIQUE)

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue à l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier

Le Juillet 1902

ACAD. LUGD.BAT. BIBL.

PAR

A. AUDEMARD

Pour obtenir le titre de Docteur de l'Université de Montpellier

(MENTION PHARMACIE)

JURY : MM. PLANCHON, *Professeur, Président*
JADIN, *Professeur*
GAUCHER, *Agrégé*

MONTPELLIER
IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE DELORD-BOEHM ET MARTIAL
Imprimeurs du Bulletin de Pharmacie du Sud-Est

1902

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

PROFESSEURS

MM. G. MASSOL (I. P. ✿), DIRECTEUR.	*Physique.*
L. COURCHET (I. P. ✿).....	*Hist. natur. des médicaments et Botanique.*
C. ASTRE (I. P. ✿).....	*Chimie générale.*
PLANCHON (I. P. ✿).....	*Matière médicale.*
JADIN (A. ✿), chargé du cours....	*Pharmacie.*
IMBERT (A. ✿), ch. du c.....	*Chimie analytique et Toxicologie.*

COURS COMPLÉMENTAIRES ET AUXILIAIRES

MM. IMBERT, agrégé.....	*Analyse qualitative.*
FONZES-DIACON, agrégé.....	*Chimie minérale.*
BELUGOU (A. ✿), chargé du cours	*Minéralogie et Hydrologie*
GAUCHER (A. ✿), chargé du cours	*Botanique cryptogamique.*
ASTRUC, chargé du cours.....	*Pharmacie galénique.*

AGRÉGÉS

MM. IMBERT (A. ✿).
FONZES-DIACON (A. ✿).
GAUCHER (A. ✿), chargé des fonctions.
ASTRUC, chargé des fonctions.

Secrétaire : H. GOT (I. P. ✿).

NOTA.—L'École de Pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats dans les Thèses ou Synthèses qui lui sont présentées.

RECHERCHES

SUR LA

LOCALISATION DES ALCALOÏDES

DANS LES GENÊTS

(ÉTUDE MICROCHIMIQUE)

INTRODUCTION

Depuis quelques années, la microchimie ne cesse de prendre une importance toujours plus grande dans l'étude des principes actifs chez les plantes, et en particulier dans celle des alcaloïdes. Elle la complète et la précise, en effet, en permettant non seulement d'affirmer qu'une plante contient ou ne contient pas de principe actif dans telle ou telle de ses parties, mais encore de préciser exactement dans quelles régions, dans quels tissus, dans quelles cellules sont localisés ces principes actifs. Aussi avons-nous été heureux d'apporter notre contribution à cette étude si intéressante de la microchimie, et nous sommes-nous proposé de résoudre la question *de la recherche et de la localisation des alcaloïdes* dans les Genêts.

Notre travail est divisé en trois parties :

I. *Historique des Genêts* : Cette première partie est constituée par un résumé des remarques, opinions, observations ou études des auteurs, tant anciens que modernes ou contemporains, qui se sont occupés des Genêts.

II. *Etude historique, chimique et physiologique de la Spartéine* : A cette étude, quelques mots seront ajoutés au sujet de la *Scoparine*, autre principe actif des Genêts.

III. *Etude botanique, anatomique et microchimique des Genêts* : Cette partie se subdivise donc en trois chapitres :

1. *Etude botanique*, dans laquelle nous donnerons les caractères des espèces qui font l'objet de cette étude.

2 et 3. *Etude anatomique et microchimique* : Nous avons pensé qu'il était préférable de ne pas disjoindre ces deux chapitres, le premier étant indispensable pour l'intelligence du second. Nous exposerons donc tout d'abord les procédés généraux de recherche et de localisation des alcaloïdes, ainsi que les procédés spéciaux que nous avons suivis.

Ensuite nous ferons l'étude anatomique par organe, en lui donnant le développement qu'elle comporte, puisqu'elle n'a jamais été faite, et nous indiquerons, au fur et à mesure, la localisation des alcaloïdes pour chaque organe dans les divers Genêts.

Ce travail, dont le sujet nous a été inspiré par M. le professeur Planchon, nous a fourni l'occasion de continuer, après quelques années d'éloignement de l'école, d'agréables et précieuses relations scientifiques avec nos anciens maîtres. Tous ceux à qui nous nous sommes adressé ont répondu avec empressement à nos sollicitations. Qu'ils reçoivent ici tous nos remerciements. Mais nous tenons à adresser plus spécialement l'expression de notre reconnaissance à M. le professeur Planchon, qui a bien

voulu nous faire l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse, et à M. le professeur Jadin, pour les conseils si autorisés qu'ils nous ont prodigués durant le cours de notre travail.

Enfin nous assurons de notre profonde gratitude les amis et les parents mêmes qui, par leurs situations particulières, ont pu nous venir en aide, soit en nous faisant profiter de leur expérience, soit en nous éclairant de leurs lumières.

PREMIÈRE PARTIE

HISTORIQUE

On peut dire que certains Genêts ont été connus de tout temps, puisque ce mot se rencontre (sans que l'on puisse préciser de quelle espèce il s'agit, bien entendu) dans un des livres les plus anciens de la Bible : celui de Job, qui, on le sait, était antérieur à Moïse, ce dernier ayant vécu 1571 ans av. J.-C. Job parle de la racine des Genêts comme d'une nourriture dont on ne peut user qu'en cas de besoin extrême : « Ils n'ont dit-il, pour pain que la racine des Genêts. »

Deux autres passages de la Bible mentionnent aussi un Genêt, (Psaumes et Rois), mais ils ont moins d'importance, car certains traducteurs ont cru pouvoir traduire le mot arabe soit par *térébinthe*, soit par *genévrier*.

Après la Bible, de nombreux auteurs anciens mentionnent ou étudient le Genêt, mais il est à remarquer que tous ceux qui en parlent, le font d'une manière générale, sans s'occuper en particulier de ses diverses espèces, sauf peut-être Dioscoride.

Homère, Platon (*le Politique*), Aristophane (*la Paix*), Théophraste, Strabon, Elien, sont, par ordre chronologique, les principaux auteurs anciens qui ont fait simplement mention des Genêts.

Quant à leur emploi en médecine, il est aussi, d'après MM.

Laborde et Legris, « de temps presque immémorial, puisqu'il paraît remonter à Hippocrate. On a toujours appliqué les diverses parties de ces plantes, particulièrement les fleurs et les semences, soit en sirop, soit en infusion, en vue d'une action diurétique, antihydropique et purgative, ou éméto-cathartique. »

Après Hippocrate (460-380 av. J.-C.), Dioscoride, qui vivait environ 50 ans av. J.-C., est le premier qui parle plus longuement des diverses espèces de Genêt. Après une description botanique, il énumère longuement leurs propriétés médicales et leurs divers usages. Il les dit éméto-cathartiques en général, et les graines purgatives. Le suc des tiges soulage, dit-il, les malades atteints de sciatique. Il signale le Genêt comme poison du cœur, antirhumatismal, diurétique et propre à dissoudre les calculs des reins et de la vessie. — Pour les autres usages des Genêts, il rapporte qu'ils servent à faire des liens, à chauffer les fours, surtout ceux des potiers ; à faire des lits dans la campagne, des chaussures et des vêtements pour les bergers. Enfin, d'après lui, les Genêts sont nuisibles au sol qui les nourrit, et rendent impossible toute autre végétation autour d'eux. Nous verrons par la suite ce qu'il faut penser de cette opinion.

Valerius Cordus cite la conserve de fleurs de Genêt, l'eau distillée de Genêt, et parle d'un sirop de girofle composé, dans lequel entre le Genêt.

Virgile, dans les *Géorgiques*, fait allusion à la souplesse des rameaux de Genêt.

Pline l'Ancien (23-79 ap. J.-C.) parle des mêmes usages du Genêt que Dioscoride, et insiste surtout sur ses propriétés purgatives.

Enfin, on sait que bien longtemps après, au Moyen âge, cette plante devint l'emblème des souverains normands d'Angleterre,

qui descendaient de Geoffroy Plantagenet, comte d'Anjou, mort en 1150.

En 1515, Hieronymus Brunschwig distillait pour le roi Henri VIII d'Angleterre une eau de fleurs de Genêt, que celui-ci employait contre les excès de table et les maladies qui en résultent (Hanbury).

Quant aux auteurs modernes qui mentionnent les Genêts, ils en ont étudié spécialement les diverses espèces. Mérat et de Lens, qui, dans leur *Dictionnaire de matière médicale*, font une étude assez complète du *G. tinctoria*, *Spartium junceum*, *G. purgans* et *Sarothamnus scoparius*, mentionnent les propriétés purgatives et même émétiques du *G. tinctoria* et surtout de ses graines. Ils signalent aussi son emploi très ancien, dans l'Ukraine et quelques autres provinces russes, contre la rage. Le docteur Marochetti, de Moscou, répandit cette pratique en Europe (1813-1818): il faisait boire des décoctions de *G. purgans* mêlé de *Rhus coriaria* pendant six semaines ; prescrivait aux malades de s'en gargariser et d'en laver leurs plaies. Le docteur Chabanon, d'Uzès, a affirmé avoir guéri plusieurs enragés par le *G. tinctoria* (1825). Mais de nombreux essais infructueux ont, depuis cette époque, démontré l'inefficacité de cette plante contre la rage.

D'après ces mêmes auteurs, le *Spartium junceum* est cultivé dans les jardins pour l'odeur suave de ses fleurs et comme ornement. Ils signalent ses propriétés diurétiques, et mentionnent, comme Dioscoride et Pline, une filasse que l'on retire de ses tiges et que l'on emploie à la place du chanvre.

Enfin, au sujet du *Sarothamnus scoparius*, ils disent qu'on retire en Italie une étoupe grossière de ses écorces. Ses cendres passent pour être très diurétiques et sont employées dans les hydropisies et les engorgements des viscères abdominaux. Cette propriété avait été constatée en 1753, à l'occasion d'une épi-

démie de fièvre catarrhale, qui sévissait dans l'armée suédoise, affection qui se terminait le plus souvent par l'hydropisie. On la combattit, dit un rapport, en employant avec le plus grand succès la lessive de cendres de Genêt. Mais Cullen observe avec raison, disent Mérat et de Lens, que ces cendres n'ont pas plus d'action que celles de tous les végétaux qui agissent par leurs carbonates alcalins. On fait infuser les graines dans du vin blanc contre l'hydropisie. Avec les fleurs, on fait un sirop employé dans les rhumatismes, la goutte. Enfin, en Allemagne, on confit les boutons dans du vinaigre, comme les câpres. Quant aux graines, d'après Lobel, on les grille dans quelques pays pour les employer à la manière du café.

Flückiger et Hanbury rapportent que le Genêt était employé dans la médecine des anciens anglo-saxons.

D'après Pearson (1835), les diverses espèces de Genêts étaient appréciées, au XVIII^e^ siècle, comme diurétiques, et certains auteurs ont conseillé, dans ce but, de les faire brouter aux brebis hydropiques.

En 1842, le docteur Kauser dit avoir employé avec succès, en Allemagne, l'infusion théiforme de *Sarothamnus scoparius*, à la dose de deux tasses, trois fois par jour, dans plusieurs cas de dartres humides ; mais à condition d'en faire usage pendant plusieurs mois.

Stenhouse dit que les bergers ont connaissance des propriétés narcotiques du Genêt, parce qu'ils ont observé que leurs moutons après en avoir brouté, sont d'abord excités, puis stupéfiés. Ces propriétés sont d'ailleurs prouvées par les expériences modernes de de Rymon sur les phases que présente l'intoxication par la spartéine (page 21).

Nous avons vu que Dioscoride accuse le Genêt d'être nuisible au sol sur lequel il croît, et de rendre impossible toute autre

végétation autour de lui. C'est évidemment une erreur provenant sans doute de ce que le Genêt croît volontiers dans des endroits peu fertiles.

L'*Encyclopédie moderne* (Firmin Didot, 1866) dit, en effet, que le Genêt, sans importance dans les pays fertiles et bien cultivés, présente une utilité réelle dans les conditions agricoles opposées. Il améliore les terrains et les fertilise, car il est très riche en azote ; par ses débris il crée l'humus.

Planchon et Collin, dans *Les drogues d'origine végétale*, étudient le *Sarothamnus scoparius*, le *G. tinctoria*, le *G. purgans* et le *Spartium junceum*, surtout au double point de vue de la botanique et de la matière médicale. Nous n'y insisterons pas ici, nous réservant de traiter cette question dans le chapitre suivant. Pour les usages de ces plantes, ils indiquent qu'elles sont employées, d'une manière générale, comme purgatives, évacuantes, émétocathartiques, diurétiques et antihydropiques.

B. Dupuy, dans son ouvrage des *Alcaloïdes*, rapporte que les bestiaux recherchent les fleurs, les fruits, les jeunes pousses des Genêts. Leurs rameaux constituent un bon pâturage pour les moutons pendant l'hiver ; mais les graines, prises en trop grande quantité par ces animaux, déterminent chez eux de l'inflammation des voies urinaires, avec hématurie, affection connue dans le midi de la France sous le nom de *genestade*. Elle cède promptement à des boissons rafraîchissantes, et surtout à un changement de nourriture.

D'après le même auteur, l infusion de fleurs de Genêt, très bien supportée, augmente de plus du triple en deux jours la quantité des urines, et fait disparaître l'albumine.

Le *Formulaire des nouveaux remèdes*, du docteur Bardet (1899) indique l'infusion de fleurs de Genêt salicylée, en compresses dans l'érysipèle de la face. Elle agit comme antiseptique par

l'acide salicylique, et comme anesthésique par la spartéine qu'elle contient.

Rappelons enfin que M. Perrot (1901), après avoir examiné un thé purgatif qui avait causé des accidents chez quelques malades, y a constaté la présence de fleurs de *Genêt d'Espagne*; ce qui l'a amené à cette conclusion qu'il est dangereux de substituer les fleurs de cette dernière espèce à celles du *Genêt à balai*.

La région que nous habitons étant à la fois un centre important d'herboristerie en gros et un pays où abonde le Genêt d'Espagne, nous nous sommes livré, à la suite des recherches de M. Perrot, à une enquête auprès de quelques herboristes, et il en est résulté que, lorsqu'on leur demande des fleurs de «Genêt», ils délivrent des fleurs de *Genêt d'Espagne*, qu'ils font cueillir dans la région. Ces maisons fournissant dans toute la France un assez grand nombre de maisons de demi-gros, qui revendent à leur tour aux pharmaciens, on peut affirmer que la substitution des fleurs de Genêt d'Espagne à celles du Genêt à balai est assez fréquente.

M. Perrot n'a pas recherché si les accidents occasionnés par ce thé étaient dus à la présence de la spartéine dans les fleurs de Genêt d'Espagne. Nous ne croyons pas pouvoir l'affirmer, bien que nous ayons constaté la présence de la spartéine dans ces fleurs, car si elles en contiennent, c'est certainement en moins grande proportion que le Genêt à balai. Si donc certains auteurs, comme le dit M. Perrot, signalent les fleurs de Genêt d'Espagne comme cinq ou six fois plus actives que celles de Genêt à balai, il n'est pas impossible que cette activité soit due à d'autres principes que la spartéine, principes encore inconnus. Enfin, si les acides causés par ce thé purgatif sont imputables à la spartéine, il se peut que les fleurs de genêt d'Espagne se soient trouvées en trop grande proportion dans le thé purgatif examiné par M. Perrot.

DEUXIÈME PARTIE

Etude historique, chimique et physiologique de la Spartéine

Dans son *Traité des drogues simples* publié à Paris en 1714, Lémery écrit, en parlant des Genêts : « Ils contiennent *beaucoup d'huile* ». Rien ne nous autorise à conclure de là que cette « huile » est de spartéine, mais c'est fort possible ; et en supposant qu'il en soit ainsi, c'est donc en 1714 que l'on aurait pour la première fois soupçonné l'existence de la spartéine.

En 1824, Reuisch, et en 1846 Cadet de Gassicourt, étudiant les principes chimiques contenus dans le Genêt, ne purent l'un et l'autre extraire de cette plante qu'une matière colorante jaune.

C'est de l'année 1851 que date la découverte de la spartéine, découverte due au chimiste anglais Stenhouse.

Dix ans après, en 1861, Mills, en Angleterre, reprit les travaux de Stenhouse, et apporta un premier perfectionnement au procédé d'extraction indiqué par lui. Il étudia ensuite la spartéine au point de vue physiologique. Il vérifia et confirma la formule attribuée par Stenhouse à la spartéine.

A partir de 1873, la spartéine est l'objet de plusieurs travaux qui se succèdent assez rapidement. Mitchell et Scroff l'expérimentent sur les animaux. La même année, Fick étudie les

actions comparées de la spartéine, de la conine, et de la nicotine.

Gerhardt et Würtz en France, puis Merck, publient plusieurs travaux sur la spartéine (1878).

De Rymon (1880) fait une étude clinique de la spartéine.

En 1883, G. Sée, se basant sur les premières expériences du Docteur Laborde, étudie la spartéine au point de vue thérapeutique, et la signale comme un des meilleurs médicaments cardiaques. Il poursuit ces études pendant deux ans, et en 1885, en communique les résultats à l'Académie des Sciences.

En 1885-1886, M. Laborde reprend ses expériences sur la spartéine, en collaboration avec M. Legris, au point de vue physiologique.

De cette même époque datent les études de MM. Grandval et Valser, Houdé, Voigt, sur les propriétés chimiques et pharmaceutiques de la spartéine.

Enfin, l'année suivante, paraissent les articles ou notes de M. Malowski (1887), puis de MM. Pawinski et Luciani (1888).

Préparation de la Spartéine. — Les divers procédés de préparation de la spartéine peuvent se réduire à trois. Nous croyons inutile de nous étendre sur les deux premiers, qui n'ont plus aujourd'hui qu'un intérêt historique, étant donné les perfectionnements qu'ils ont subis. Nous ne les indiquerons que sommairement.

Quel que soit le procédé employé, on s'adresse jusqu'ici, pour extraire la spartéine, au Genêt à balais (*Sarothamnus scoparius*). On pourra voir, d'après nos recherches sur la localisation, qu'on pourrait aussi bien la retirer de quelques autres espèces, tout aussi riches que celle-ci.

1° *Stenhouse* faisait une décoction de Genêt à balai, et la trai-

tait par de l'acide chlorhydrique dilué ; il la concentrait, et par distillation en présence d'un excès de CO^3Na^2, recueillait la spartéine, qu'il rectifiait ensuite. Rendement : 1 p. 1000.

2° *Mills* épuisait la plante et de préférence les fleurs, par SO^4H^2 dilué, évaporait cette solution et la distillait sur de la soude caustique. Il neutralisait par HCl le produit de la distillation et l'évaporait à siccité. Il reprenait ce résidu par l'eau et le rectifiait sur de la potasse caustique, dans un courant d'hydrogène, en présence du sodium. Rendement : 1,5 p. 1000.

3° *Procédé Houdé.* — A ces deux procédés, M. Houdé en a substitué un autre plus en rapport avec les progrès de la chimie moderne. Il a l'avantage d'éviter l'emploi d'acides minéraux forts et de bases énergiques, qui peuvent provoquer une décomposition partielle de l'alcaloïde. C'est ce procédé qui est employé aujourd'hui pour l'extraction industrielle de la spartéine. Le voici tel qu'il est rapporté par la *Tribune médicale* (1885) :

« Les feuilles et les rameaux de *Genêt à balai*, ayant été réduits en poudre de moyenne grosseur, sont lixiviés méthodiquement dans l'appareil à déplacement par de l'alcool à 60°, jusqu'à ce que le liquide qui s'écoule ne donne plus de précipité par l'iodure de potassium ioduré. Les liqueurs alcooliques filtrées et réunies sont distillées dans le vide à une faible température, et le résidu est repris par une solution d'acide tartrique. On filtre de nouveau pour séparer une gelée d'un brun verdâtre, principalement composée de chlorophylle et de spartéine. La solution acide, après avoir été rendue alcaline par l'addition de CO^3K^2, est agitée à plusieurs reprises avec cinq ou six fois son volume d'éther, qui enlève la totalité de l'alcaloïde.

» Afin de purifier le produit, l'éther est agité avec une nouvelle solution d'acide tartrique, qui, neutralisé, cède la spartéine

au véhicule éthéré, et ainsi de suite. On répète ces manipulations jusqu'à ce qu'on obtienne une liqueur éthérée incolore. Par simple évaporation de celle-ci à l'abri de l'air et de la lumière, on recueille la spartéine à l'état de pureté. »

Rendement : 3 p. 1000.

C'est ce dernier procédé que nous avons employé pour extraire nous-même la spartéine du *Sarothamnus scoparius*. Le rendement a été sensiblement de 3 p. 1000, l'expérience ayant été faite avec des plantes fraîches.

Ayant cherché à extraire la spartéine de trois autres Genêts, les rendements ont été (pour des plantes fraîches) d'environ 2,5 p. 1000 avec les *Genista purgans* et *tinctoria*, et de 0,5 p. 1000 avec le *Spartium junceum*.

Quant aux autres Genêts, nous n'avons pu nous les procurer en assez grande quantité pour tenter une extraction d'alcaloïde.

Propriétés physiques. — A l'état pur et récemment préparée, la spartéine se présente sous forme d'un liquide huileux, incolore, d'odeur pénétrante, rappelant pour les uns celle de l'hyoscyamine, pour les autres celle de l'aniline ou, mieux, d'après M. Laborde, celle de la pyridine. Sa saveur est très amère. Evaporée à l'air et à la lumière, elle ne tarde pas à prendre une consistance plus épaisse et à se colorer en jaune brun.

Sa densité, d'après M. Dandrieu, est de 1.10 à la température de + 25°. Elle est donc un peu supérieure à celle de l'eau.

Elle bout à + 287 à 288° d'après Mills et d'après Chastaing, à + 311° seulement d'après Prunier, et distille à 180° — 181° sous une pression de 20 millim. (O. Bernheimer).

Chauffée à 200°, elle ne subit aucune décomposition ; mais,

si on la soumet à une température plus élevée, elle se carbure en partie.

Chauffée dans un tube scellé en présence d'HCl, elle ne se décompose pas.

Sa solution dans l'alcool à 90° est lévogyre ; son pouvoir rotatoire est : — 14°6.

Elle est peu soluble dans l'eau ; soluble dans l'alcool ; dans l'éther en toutes proportions ; dans le chloroforme, le sulfure de carbone, l'essence de térébenthine. Elle est moins soluble dans l'alcool amylique ; insoluble dans la benzine, la ligroïne, la vaseline.

A — 11°, elle se prend en une masse butyreuse.

C'est une base énergique, di-acide, à réaction fortement alcaline.

Propriétés chimiques. — La formule de la spartéine est :

$$(At) = C^{15}H^{26}Az^{2}$$
$$(Eq) = C^{30}H^{26}Az^{2}$$

Sa composition centésimale est, d'après *l'Encyclopédie chimique* :

$$C = 78.05$$
$$H = 10.57$$
$$Az = 11.38$$

C'est donc un alcaloïde privé d'oxygène, comme la conine (ou cicutine) et la nicotine. Il est liquide et volatil.

Nous ne reproduirons pas ici les théories de A. Pictet tendant à démontrer que la spartéine renferme un noyau pyridique et peut-être deux, et d'Ahrens, montrant que la spartéine est un corps non saturé, ces études n'entrant pas dans le cadre de nos

recherches. Nous nous contenterons de donner les caractères de cet alcaloïde.

Le *brome* produit une réaction intense, et dégage beaucoup de chaleur, même quand la spartéine est très diluée dans l'eau. Le résultat de la réaction est une masse résineuse indéterminée.

L'*iode*, en solution éthérée, la convertit en periodure, qui cristallise en belles aiguilles vertes, dans l'alcool.

L'*HCl* l'altère à chaud et développe une odeur de souris, analogue à celle que donne la cicutine.

L'AzO^3H concentré et bouillant la décompose, et le produit résultant de cette décomposition (qui est probablement de l'acide picrique), traité par le chlorure de chaux, donne de la *chloropicrine* (de Rymon).

Les *oxydes* d'Ag et de Hg sont réduits énergiquement par la spartéine. *L'hypochlorite de chaux* lui enlève 2 H et donne de la *déhydrospartéine*, $C^{15}H^{24}Az^2$, bouillant vers 315° (Ahrens).

Enfin la spartéine se combine aux acides et donne des sels très amers, cristallisant difficilement ; seul le sulfate de spartéine cristallise très facilement.

Réactions. — MM. Grandval et Valser (1890) ont trouvé une réaction permettant de caractériser nettement la spartéine ou ses sels, même lorsqu'on n'en a qu'une faible quantité à sa disposition :

« Dans un verre de montre, on dépose une gouttelette de sulfhydrate d'ammoniaque persulfuré, puis on introduit dans ce liquide un peu de spartéine ou de l'un de ses sels. On observe au bout d'un instant une coloration rouge orangé persistante. »

On peut encore caractériser la spartéine de la manière suivante : On la mélange avec 1/3 d'acide chromique et on chauffe

modérément : il se produit une belle couleur verte, en même temps qu'il se se dégage une odeur de cicutine (G. Marque).

Nous ne pouvons songer à faire ici l'énumération de toutes les réactions de la spartéine, car elle donne des précipités ou des colorations avec tous les réactifs généraux des alcaloïdes. Nous ne mentionnerons donc que les principales, par ordre décroissant de netteté, nous réservant d'indiquer ultérieurement les réactifs qui nous ont plus spécialement servi à sa localisation.

Parmi *les réactifs précipitants, l'iodure de potassium iodé* (Bouchardat) donne un précipité brun kermès abondant.

L'iodure double de mercure et de potassium (Valser, Mayer) donne des précipités blancs opalescents. Les précipités obtenus par ces trois réactifs sont solubles dans l'$S^2O^3Na^2$.

Le *phosphomolybdate de soude* (Vrij et Sounenscheim), l'*iodure de cadmium* et l'*iodure cadmi-potassique* (Marmé) donnent des précipités blancs abondants, le dernier cailleboté.

L'*iodure double de Bi et de K* (Dragendorff) donne un précipité rouge, et l'*acide picrique* (Hager) un précipité jaune cristallin.

Le *tannin*, le *bichlorure de mercure*, la *potasse* et l'*ammoniaque*, des précipités blancs insolubles dans excès de réactifs. Les bicarbonates de ces deux dernières bases ne donnent des précipités qu'à chaud.

Le *vanadate de cuivre* (Jaworowski) donne un précipité vert peu abondant ; le *sulfate de cuivre*, un précipité bleu.

L'*eau iodée* et *l'eau bromée*, des précipités rouge brique, solubles dans l'hyposulfite de soude.

Enfin, le *chlorure de platine* ne précipite qu'en solution très concentrée, encore le précipité se redissout-il rapidement.

Parmi les réactifs *colorants*, voici les colorations que nous avons obtenues, mais toutes *in vitro* :

Si on ajoute dans un tube à essai, à une solution alcoolique de spartéine, un peu d'AzO^3H, puis d'une solution à 10 % de CO^4K^2, on observe une coloration bleue violacée. Pour obtenir cette réaction avec un sel de spartéine, il est bon d'ajouter un peu de potasse ou de soude, pour mettre l'alcaloïde en liberté. Cette réaction, qui nous est personnelle, est, de toutes les réactions colorées, celle qui nous a donné les résultats les plus nets.

Par le $Cr^2O^7K^2$ en solution sulfurique, en opérant comme ci-dessus, on obtient une coloration verte intense.

Enfin, le *sulfo-sélénite d'ammonium* (Ferreira da Silva) donne une coloration rose, puis rouge ; le *vanadate d'ammoniaque* en solution sulfurique (Mandelin), une belle coloration verte; le *molybdate de soude* en solution sulfurique, une coloration rose pâle (?).

Sels de spartéine. — La spartéine se combine avec facilité aux acides pour former des sels qui, le sulfate excepté, cristallisent très difficilement.

L'azotate est incristallisable.

Le *chloroaurate* et le *chloroplatinate* sont en cristaux très peu solubles dans l'eau et solubles dans HCl.

Le *chloromercurate* est en cristaux orthorhombiques, solubles dans HCl à froid. On l'obtient en mélangeant une solution de de chlorhydrate de spartéine et une solution de $HgCl^2$.

Le *chlorozincate* cristallise en aiguilles fines et brillantes. Il est assez altérable à l'air.

L'*oxalate* s'obtient difficilement cristallisé.

Le *picrate* cristallise en longues aiguilles jaunes et brillantes ; très peu solubles à froid dans l'eau et l'alcool, plus solubles à chaud. Sa stabilité serait telle qu'il ne serait pas décomposé par la potasse à froid.

Mills prétendait que les *bromhydrate, chlorhydrate, iodhydrate*, étaient incristallisables. Depuis, on a reconnu le contraire.

La spartéine, étant une di-amine, donne les trois *sulfates* suivants :

1° Un sulfate basique = $(C^{30}H^{26}Az^2)^2, (S^2O^8H^2)$
2° Un sulfate neutre = $(C^{30}H^{26}Az^2), (S^2O^8H^2)$
3° Un sulfate suracide = $(C^{30}H^{26}Az^2)^2, (S^2O^8H^2)$

Le sel employé en pharmacie est le sulfate neutre. Il s'obtient facilement en ajoutant à une solution alcoolique de spartéine la quantité théoriquement correspondante d'acide sulfurique monohydraté. Par évaporation le sel cristallise en gros prismes rhomboédriques incolores, renfermant, suivant les conditions, 3, 5 ou 8 molécules d'eau, et quelquefois anhydre. Le sel officinal est celui qui renferme 5 H^2O.

Ces cristaux perdent à + 110° leur eau de cristallisation (21 %). Ils sont très solubles dans l'eau et l'alcool ; insolubles dans l'éther. La solution aqueuse au 1/20e est très amère, neutre au tournesol, et lévogyre ; son pouvoir rotatoire de — 21°,6.

Physiologie et Therapeutique. — Mitchell et Scroff, nous l'avons vu, expérimentèrent les premiers la spartéine sur les animaux. Pour Mitchell, elle tue un lapin à la dose de 25 centigrammes, pour Scroff, à la dose d'une goutte. C'est un poison violent qui doit être rangé parmi les narcotiques. Chez l'homme malade, et surtout chez les cardiaques, une dose supérieure à 30 centigrammes, amène des vertiges, éblouissements, céphalée, palpitations, pesanteur dans la poitrine, fourmille-

ments dans les membres, etc. Nothnagel a comparé ses effets à ceux de la conicine.

Fick (1873), frappé de ses analogies physiques et chimiques avec la conicine et la nicotine, a comparé ses effets à ceux de ces poisons. Il a constaté que la spartéine n'a pas comme ceux-ci d'action locale sur les éléments anatomiques. Il a noté une élévation de fréquence du pouls et de la respiration.

En 1880, de Rymon montre que la spartéine, introduite dans l'organisme, détermine une intoxication qui présente deux périodes : l'une d'excitation, l'autre de collapsus. La spartéine est beaucoup moins vite absorbée que son sulfate, par suite, les effets qu'elle produit sont beaucoup plus lents à apparaître.

Laborde et Legris (1885) ont étudié l'action de la spartéine sur le cœur, et ont reconnu que son action prédominante se manifeste par une augmentation de la durée et de l'intensité de ses contractions et par la régularisation du rythme cardiaque troublé. Elle agit comme la digitale, le muguet, mais son action est plus énergique, plus rapide, plus durable. On n'a pas à craindre de phénomènes de cumul comme pour ces derniers médicaments.

Enfin, G. Sée a reconnu que son action sur le cœur est très rapide. La spartéine est donc un médicament précieux dans toutes les affections cardiaques réclamant une intervention immédiate. Elle n'affecte ni la digestion, ni le système nerveux. Quand la circulation est ralentie, elle obvie immédiatement au trouble fonctionnel, en augmentant ou en maintenant la force acquise du muscle.

G. Sée a noté trois effets caractéristiques et constants du sulfate de spartéine :

1° *Relèvement du cœur et du pouls* ; 2° *Régularisation immédiate du rythme cardiaque troublé ;* 3° *Accélération des battements*

du cœur. Ces phénomènes apparaissent au bout d'une à quelques heures, et se maintiennent 3 ou 4 jours après la suppression du médicament.

La spartéine n'occasionne pas de vomissements, mais une diarrhée légère et passagère. On s'accorde à ne lui attribuer aucune action diurétique directe; cependant elle favorise la diurèse et dissipe l'œdème (Pawinski).

A côté de ces appréciations optimistes, il faut citer celles de Luciani, de Bondet et de Garaud, qui nient que la spartéine soit un régulateur et un tonique du cœur, de Masius et de Pawinski, qui n'en ont rien obtenu contre l'arythmie.

Etant données ces contradictions, Potain conseille de ne réserver la spartéine que pour les cas où tous les autres toni-cardiaques ont échoué ou épuisé leur action.

La spartéine a été employée comme anesthésique local, dans les névralgies, associée ou non à la cocaïne ; on l'applique en badigeonnages ; elle agit comme régulateur de la température. Mais elle est surtout employée pour les affections du cœur, dans les cas suivants (Manquat) : 1° *quand le myocarde a fléchi*, soit par suite d'altération de son tissu, soit parce qu'il est insuffisant pour compenser les obstacles à la circulation ; 2° *quand le pouls est faible, irrégulier, arythmique* et quand la circulation se ralentit ; 3° dans les *atonies graves* du cœur ; 4° dans l'*adynamie cardiaque* de la fièvre typhoïde ; 5° dans les cas de *dyspnée cardiaque* ; 6° enfin toutes les fois qu'il s'agit *d'intervenir immédiatement* et de *relever rapidement le cœur*.

Le sulfate de spartéine se donne à la dose de 0,05 à 0,20 centigrammes, et les fleurs de Genêt à celle de 10 à 20 grammes par litre de tisane, à réduire de moitié par l'ébullition.

Scoparine. — La scoparine se trouvant à côté de la spartéine

dans les Genêts, il nous a paru utile de la mentionner brièvement.

Elle se trouve surtout dans les fleurs du Genêt. On l'obtient en traitant par l'eau ou l'alcool bouillants le résidu de la préparation de la spartéine. La scoparine cristallise par refroidissement, par évaporation spontanée.

C'est un corps neutre ou légèrement acide, de formule $C^{20}H^{22}O^{10}$. Elle cristallise en houppes jaunâtres ou en cristaux jaunes étoilés, peu solubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'eau bouillante ; facilement solubles dans l'alcool et la glycérine. Ne se combine pas aux alcalins.

C'est un corps analogue à la quercétine (Hlasiwitz). En effet, fondue avec KOH, elle se dédouble en *phloroglucine* et en *acide pyrocatéchique*.

Elle est précipitée de ses solutions par les acides, par l'acétate et le sous-acétate de plomb. Elle est transformée par l'acide azotique en *acide picrique*.

Bouchardat la recommande comme diurétique et albuminurique. Stenhouse en fixe la dose à 0,25 à 0,30 centigr., et Trousseau et Pidoux, de 0,15 à 0,80 centinr.

Merck préconise, comme étant le meilleur mode d'administration, l'injection hypodermique, à la dose de 0,03 à 0,06 centigrammes, dissous dans 0,75 centigr. d'eau distillée, à l'aide 0,25 centigr. de glycérine ou d'ammoniaque. Cette dernière a, paraît-il, l'avantage de diminuer la douleur.

Pour obtenir les mêmes effets, à l'intérieur, il faut prendre 0.50 centigr. à 1 gramme de scoparine.

N'a pas d'action fâcheuse sur la digestion.

TROISIÈME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Etude botanique

Les divers Genêts qui font l'objet de cette étude appartiennent tous à la tribu des *Génistées*, de la famille des Légumineuses Papillonacées.

Voici, d'après Baillon, les caractères généraux de la tribu des Génistées, qui comprend 41 genres :

Herbes ou arbustes, à feuilles simples ou composées digitées. Fleurs disposées en grappes terminales ou oppositifoliées, rarement solitaires ou fasciculées dans les aisselles des feuilles. Etamines ordinairement monadelphes.

A ces caractères généraux, nous ajouterons, avec M. Courchet, que *la gousse est toujours déhiscente.*

Enfin, Baillon subdivise la tribu des Génistées en cinq groupes, suivant que les graines sont ou non pourvues d'un arille, et que les étamines sont monadelphes ou diadelphes : les *Eugénistées* (ou *Spartiées*), les *Ulicinées*, les *Crotalariées*, les *Lipariées* et les *Bossiées.*

Les Eugénistées renferment toutes les plantes qui nous occupent. Elles ont des étamines monadelphes, et leurs graines sont dépourvues d'arille.

— Nous indiquerons maintenant les caractères botaniques des genres *Sarothamnus*, *Genista*, *Spartium*, d'après Bentham et Hooker, Engler et Pranlt, enfin Grenier et Godron. A propos du genre *Genista*, nous donnerons quelques détails sur un genre exotique : les *Retama* :

1° *Genre Sarothamnus* (σάρος, balai et θάμνος, arbuste): Arbrisseaux à rameaux dressés, pentagonaux, non épineux.— Feuilles pour la plupart trifoliolées.

Fleurs solitaires ou géminées à chaque nœud ; grandes, jaune d'or ; accompagnées à leur base de quelques petites feuilles sessiles. — Calice scarieux, campanulé, persistant, bilabié ; la lèvre supérieure a deux dents, l'inférieure trois. — Etendard à limbe orbiculaire, obtus, redressé. Carène d'abord obtuse, puis réfléchie à l'épanouissement complet. Etamines monadelphes, à anthères égales. — Style poilu vers le bas, filiforme, très long, subulé, roulé en spirale pendant la floraison. — Stigmate capité, terminal.

Gousse oblongue comprimée, velue sur les bords, polysperme.

Graines nombreuses, luisantes, couleur olive, à ombilic déprimé, à funicule dilaté sur le hile en une expansion bilobée.

Ce genre renferme 10 espèces. Nous n'avons étudié que la plus importante, le *Genêt à balai*, d'où l'on extrait la spartéine dans l'industrie : *Sarothamnus scoparius* Koch, ou *S. vulgaris* Wimm , ou *Spartium scoparium L.*, ou *Genista scoparia* Lam.

2° *Genre Genista.* — Plantes, arbrisseaux ou sous-arbrisseaux épineux ou non, à feuilles rarement trifoliolées, le plus souvent unifoliolées.

Fleurs jaunes, plus rarement blanches, en grappes, en faisceaux latéraux, ou presque solitaires. Calice persistant, à deux lèvres porrigées : la supérieure divisée jusqu'à la base en deux lobes,

inférieure tridentée. — Corolle : Etendard ovale, étroit, *non redressé*, plus court que les ailes et la carène, ou aussi long qu'elle. Ailes oblongues, carène oblongue-obtuse, droite d'abord, puis réfléchie laissant à découvert les organes reproducteurs. — Etamines monadelphes, à filets non épaissis. Anthères inégales et glabres. — Style glabre, ascendant, subulé, courbé au sommet. — Stigmate oblique, latéral.

Gousse oblique ou linéaire-oblique, comprimée ou renflée, polysperme.

Graines plus ou moins nombreuses, ovoïdes ou comprimées, glabres ou soyeuses.

Le genre Genista comprend, d'après Bentham et Hooker, près de 70 espèces. Nous avons étudié les espèces suivantes :

Genista purgans D. C., ou *Sarothamnus purgans* Gr, et Godr., vulgairement appelé *Genêt griot*, et en patois : *pudis*.

G. tinctoria L., Genêt des teinturiers, vulgairement appelé *Genestrol*.

G. scorpius D. C., ou *Spartium scorpius* L., Genêt épineux ; une des plantes désignées en patois sous le nom d'*argelas*.

G. candicans L. ou *Cytisus candicans* D. C., ou *Teline candicans* Webb.

G. pilosa L.

G. andrœana

G. horrida : espèce habitant la région lyonnaise. Ce sont des végétaux rappelant par leur aspect le *G. scorpius*, mais beaucoup plus petits, plus ramassés. Très épineux. Rameaux enchevêtrés, et tous pourvus d'épines terminales et latérales. Feuilles peu nombreuses, à court pétiole.

G. Germanica L. : à étendard pubescent ; les échantillons que nous avons étudiés proviennent de la région de Grenoble.

G. sagittalis L. : espèce à tige traçante, à rameaux comprimés,

pubescents, munis de 2-4 ailes foliacées, interrompues par l'insertion des feuilles. Celles-ci sont sessiles et velues, assez espacées dans le bas et plus rapprochées vers le sommet des rameaux.

Enfin, deux espèces exotiques, les *Retama spherocarpa* et *monosperma*, sur lesquels nous donnerons, à cause de leur rareté, les quelques renseignements suivants, d'après Bentham et Hooker, et d'après nos observations personnelles ;

Retama est le nom, venu des Maures, sous lequel on désigne cette espèce en Espagne, et qui a son origine dans le mot arabe *Rothem*, que l'on trouve dans la Bible (I, Rois, XIX, 4 et 5). Les Retama sont des végétaux habitant la péninsule Ibérique et l'Amérique. Ils atteignent 2 à 3 mètres de haut environ, et ont le port d'un arbuste. Une longue tige ligneuse forme un tronc montant droit jusqu'en un point où les rameaux s'étalent comme de petites branches. A partir de ce point, ces rameaux rappellent beaucoup ceux du *Spartium junceum*. Ils sont comme eux longs, d'un vert glauque, glabres, inermes ; mais beaucoup plus minces, grêles, filiformes. Ils ne sont recouverts que de très rares feuilles. Celles-ci sont unifoliolées, et couvertes de poils, surtout à l'état jeune. — Les fleurs sont jaunes. — Les gousses, sur lesquelles est basée la distinction des différentes espèces, sont tantôt presque sphériques, tantôt ovales, légèrement comprimées, charnues, ou épaissies, et coriaces, incomplètement déhiscentes.

Il y a 5 *Retama ;* nous n'avons pu nous procurer que les deux mentionnés ci-dessus.

3° *Genre Spartium.*— Arbrisseaux non épineux, à tiges ligneuses, rameuses, formant des touffes. Rameaux jonciformes, d'un vert glauque, glabres, striés, à moelle abondante, et flexibles.

Feuilles simples, rares, sans stipules, à court pétiole, très tomenteuses sur les deux faces.

Fleurs grandes, jaune d'or, en grappes terminales, à bractées et bractéoles très réduites, caduques. — Calice scarieux, persistant, fendu supérieurement jusqu'à la base, unilabié, semblable à une spathe, à cinq petites dents. — Corolle : étendard grand, à limbe orbiculaire, dressé, glabre, plus long que les ailes. Ailes obovales, étalées. — Carène recourbée, plus longue que les ailes. — Etamines monadelphes, à anthères inégales, hérissées à la base. — Style allongé, subulé, courbé au sommet, glabre. — Stigmate linéaire, latéral.

Gousse linéaire-oblongue, comprimée, longuement exserte, polysperme.

Graines nombreuses, à ombilic déprimé ; funicule non dilaté sur le hile.

Le genre *Spartium* ne comprend qu'une espèce, le *S. junceum* L., ou *Genista juncea* D. C., que nous avons étudié. C'est le *Genêt d'Espagne*, en patois *Gineste*.

CHAPITRE II

A. — Méthodes générales de recherche et de localisation des alcaloïdes

Ce n'est que bien longtemps après la découverte des alcaloïdes qu'on s'est occupé de leur localisation. On pourrait presque dire, en effet, que la connaissance des alcaloïdes remonte à 1792, année où de Fourcroy observa que « la macération de quinquina semble verdir le papier de tournesol, et que l'eau de chaux y donne lieu à un précipité » ; tandis qu'on ne rencontre la première

localisation d'alcaloïdes qu'en 1862. Elle fut faite par Howard sur les quinquinas, et encore sans le secours d'aucune réaction microchimique.

C'est d'une époque encore plus récente que datent les premières recherches microchimiques. Borskow les applique le premier, en 1874, à la localisation de la vératrine.

En 1879, Essmanoffsky étudie la localisation d'un alcaloïde se trouvant, d'après lui, dans les tiges et les rhizômes de Canna.

En 1884, Rosoll localise la strychnine dans la noix vomique, et Lindt, la même année, indique la localisation de la strychnine et de la brucine.

Mais presque tous les résultats fournis par les mémoires parus jusqu'alors sont peu précis ; quelques alcaloïdes même, étudiés simultanément par plusieurs auteurs, donnent lieu à des résultats contradictoires.

En 1887 seulement, paraît un travail de MM. Errera, Maistriau et Clautriau intitulé : « *Premières recherches sur la localisation et la signification des alcaloïdes dans les plantes* », indiquant des méthodes précises. Enfin, deux années après, M. Errera, reprenant le même sujet, fournit des données précises et sûres *sur la distinction microchimique des alcaloïdes et des matières protéiques.*»

A partir de ce moment, les mémoires se succèdent plus nombreux, grâce surtout aux travaux de M. Errera, et permettent de vérifier et de fixer d'une manière définitive les résultats obtenus primitivement et d'en obtenir de nouveaux.

Nous exposerons maintenant la méthode généralement employée pour la recherche et la localisation des alcaloïdes, qui est, à peu de chose près, celle que nous avons suivie, sauf un mode opératoire spécial, que nous signalerons à la fin de cet exposé.

Les réactifs que l'on emploie peuvent être divisés en deux catégories : les uns sont dits *précipitants*, les autres, *colorants*. D'une manière générale, les premiers sont bien préférables aux seconds ; les précipités qu'ils fournissent sont le plus souvent d'une observation facile et fournissent des résultats concluants. Les seconds, au contraire, théoriquement très utiles, sont peu pratiques : nous avouons n'avoir presque jamais observé les colorations indiquées par les auteurs, et cela avec la même spartéine qui avait donné des résultats très nets avec les réactifs précipitants. Parmi les réactifs colorants, les uns en effet sont franchement inactifs, et les autres, qui pourraient agir, contiennent des acides minéraux si forts, qu'ils sont à rejeter entièrement pour des recherches sous le microscope ; ils détruisent les tissus avant d'avoir produit les colorations recherchées. Tout au plus, peut-on les utiliser pour les réactions *in vitro*.

Comme réactifs, nous avons employé tous ceux que nous avons déjà indiqués à propos des réactions de la spartéine, mais nous avons plus spécialement utilisé les suivants :

1° *L'iodure de potassium iodé en solution aqueuse* (Bouchardat). Il donne des précipités rouge-brun-kermès, tous solubles dans l'hyposulfite de soude. Dans toutes nos recherches, ce réactif a été additionné d'un peu de carbonate d'ammoniaque, pour éviter, comme nous le verrons plus loin, la précipitation des matières protéiques (Clautriau).

2° *L'iodure double de mercure et de potassium*, en solution aqueuse, sous les deux formules de Valser et de Mayer: précipités jaunâtres.

3° *L'acide phosphomolybdique* en solution aqueuse, à l'état de sel de soude (Vrij et Sonnenscheim) : précipités blancs jaunâtres.

Si nous avons employé plus spécialement ces réactifs, c'est non seulement parce qu'ils nous ont donné les meilleurs résultats, mais aussi parce que, d'après Würtz, ils ont l'avantage de *précipiter tous les alcaloïdes, et seulement les alcaloïdes*.

La spartéine étant un alcaloïde que l'on peut se procurer à l'état pur dans le commerce, nous avons commencé par vérifier ses réactions *in vitro*, avant d'opérer sur des coupes. Ensuite nous avons opéré les mêmes réactions sur des macérations alcooliques de différents genêts, puis sur des infusions aqueuses additionnées ou non d'acide tartrique. Enfin, nous avons procédé à l'extraction de la spartéine de quelques espèces de genêt.

Alors seulement, nous avons entrepris l'étude microchimique des plantes faisant l'objet de ce travail. Pour cela, il importait d'opérer sur des plantes fraîches : cette précaution, toujours utile dans les recherches d'alcaloïdes, devient indispensable avec la spartéine, qui est un alcaloïde volatil.

L'alcaloïde se trouvant généralement inclus dans les cellules mêmes, avec leur contenu, il devient important de ne faire agir les réactifs que sur des coupes relativement épaisses, contenant au moins une couche de cellules intactes ; sans cette précaution, on pourrait être induit en erreur par des résultats négatifs qui ne seraient dus qu'à ce que les cellules auraient été vidées de leur contenu.

Enfin, nous ne nous sommes pas contenté de faire des coupes transversales, parce que sur celles-ci les cellules libériennes, très allongées parallèlement à l'axe, sont toujours sectionnées ; nous en avons obtenu d'intactes dans l'épaisseur de la coupe, en faisant des coupes longitudinales.

Les coupes ont été examinées au microscope, baignées dans une goutte de réactif pur ou étendu d'eau distillée. Quand les réactions obtenues sur les coupes avec tous les réactifs ont

concordé constamment avec celles obtenues précédemment *in vitro*, et qu'elles se sont reproduites toujours dans les mêmes cellules, nous avons conclu à la présence de l'alcaloïde.

Cependant les réactifs généraux des alcaloïdes agissent en même temps, comme nous l'avons indiqué, sur les *protéides* (peptones et substances albuminoïdes), et ces corps, qui se trouvent dans les cellules à côté des alcaloïdes, n'offrent pas de réactions propres, permettant de les distinguer d'avec ces derniers. Comment donc s'assurer que tels précipités obtenus sur une coupe sont bien réellement dus à des alcaloïdes et non pas à des protéides ? C'est ici que la méthode indiquée par M. Errera est précieuse ; c'est elle qui nous a naturellement servi à contrôler tous nos résultats. Elle est basée sur ce fait, que *les sels acides des alcaloïdes sont solubles dans l'alcool fort, tandis que les matières protéiques y sont presque toutes insolubles*. Comme dissolvants, M. Errera recommande : 1° l'alcool absolu ; 2° l'alcool acidulé par HCl ; 3° l'alcool acidulé par l'acide tartrique. Il donne la préférence à ce dernier ; en voici la formule :

Alcool absolu.....	100 cc.
Acide tartrique.....	5 gr.

Les coupes sont portées dans ce dissolvant, et on les y laisse macérer, en renouvelant le liquide, un temps variable, suivant l'état de perméabilité des différents tissus (de demi-heure à 24 heures et plus). Il se forme ainsi des tartrates d'alcaloïdes, qui se dissolvent dans le véhicule, tandis que les matières protéiqnes restent insolubilisées dans les cellules.

Lorsque, après ces macérations, les réactions précédemment observées ne se sont plus produites, nous avons conclu qu'elles étaient dues à des alcaloïdes. Dans le cas contraire, elles ont été attribuées à des matières protéiques.

Il nous est arrivé de constater, après une macération même prolongée des coupes dans l'alcool tartrique, que les précipités se sont produits quand même, mais *avec beaucoup moins d'intensité*. Nous avons cependant incliné à croire que le précipité observé était bien dû à un alcaloïde, car, si nous avions eu affaire à des matières protéiques, il se serait reproduit avec la même intensité sur les coupes ayant macéré dans l'alcool tartrique que sur celles qui n'y avaient pas macéré. Pour élucider ce point, nous avons un peu modifié ce mode opératoire. Au lieu de faire macérer des coupes dans l'alcool tartrique et de voir si les précipités se reproduisaient sur ces coupes après macération, nous avons fait agir les réactifs sur les coupes, que nous avons examinées au microscope, puis nous avons traité incontinent ces mêmes coupes par l'alcool tartrique, que nous faisions passer par capillarité entre la lame et la lamelle couvre-objet. De cette manière, nous avons pu suivre de l'œil la dissolution des précipités dans l'alcool tartrique, ce qui nous a confirmé dans la pensée que ces précipités étaient bien dus à des alcaloïdes.

En plus des procédés ci-dessus exposés, nous avons pensé qu'il y aurait peut-être un autre moyen de localiser la sparteïne, moyen basé sur *la grande facilité qu'elle possède de se combiner à l'acide sulfurique pour former un sulfate facilement cristallisable*.

Pour cela nous avons fait agir sur des coupes des solutions d'acide sulfurique à différents titres. Après plusieurs essais, la solution à 5 0/0 nous a paru être la plus convenable : les solutions plus faibles sont, en effet, trop diluées, et celles qui sont trop concentrées risqueraient d'attaquer les tissus.

Les coupes sont portées dans une goutte de cette solution,

déposée sur une lame, et sont recouvertes d'une lamelle. Il est important de ne mettre qu'une petite quantité de solution sulfurique, pour faciliter la cristallisation du sulfate de spartéine. En observant à un fort grossissement ce qui se passe, on peut assister à la cristallisation. Les cristaux sont formés, en général, au bout d'un quart d'heure au plus, pour le *Sarothamnus* et quelques autres espèces où la spartéine est très abondante. Les cristaux formés ainsi sont sans doute très petits, mais on les voit nettement.

Il importe de ne pas chauffer la coupe dans le but de faciliter la cristallisation, car la spartéine étant volatile, on n'arriverait qu'a l'éliminer.

Après avoir obtenu ces cristaux, si on traite la coupe, sans la laver, et sans l'enlever du microscope, par le réactif de Bouchardat, en faisant aspirer par une bande de papier buvard placée à gauche de la lamelle, des gouttes de réactif déposées sur le bord opposé avec un agitateur, on peut constater la formation de précipités aux endroits où se trouve la spartéine.

Nous devons remarquer que les précipités ne se forment pas toujours aux mêmes endroits que les cristaux de sulfate de spartéine, mais cela provient, pensons-nous, de l'entraînement de l'alcaloïde par le rasoir.

B. — Etude anatomique et Localisation.

Dans l'étude anatomique des Genêts, nous étudierons d'une manière générale chaque partie de ces plantes (racine, tige etc.), et nous signalerons, au fur et à mesure, pour chacune de ces parties, les particularités propres à tels ou tels genres.

Racines. — Nous avons étudié celles des Genêts répandus dans

nos régions, mais il nous a été difficile, et quelquefois impossible de nous procurer celles des autres Genêts poussant dans des

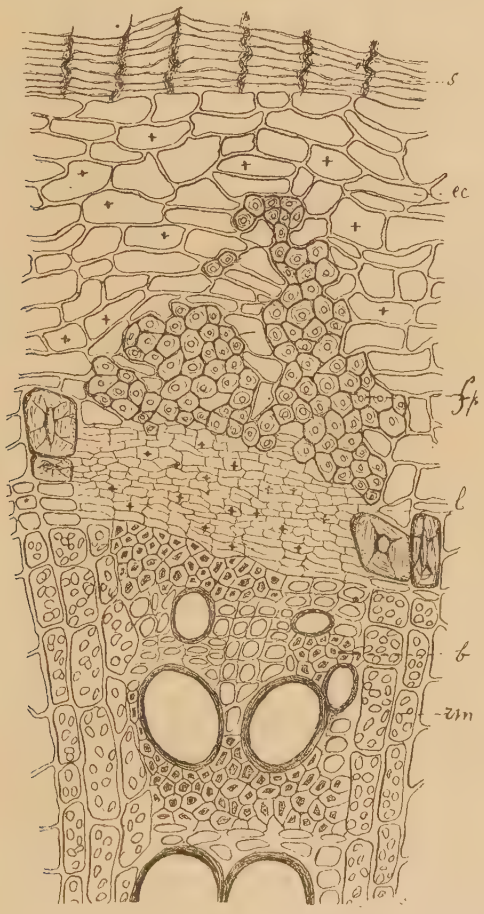

Fig. 1.— *Sarothamnus scoparius*, rac.: *s*, suber ; *ec*, écorce ; *l*, liber ; *b*, bois ; *rm*, rayons médullaires : *fp*, fibres péricycliques.
(Le signe + indique les régions à alcaloïdes).

pays éloignés, à plus forte raison des espèces exotiques, les collections des jardins ne renfermant pour ces dernières que de rares échantillons, qui ne peuvent être déracinés sans sacrifier

les individus. Néanmoins, il est permis de se faire une idée assez exacte de l'anatomie des racines de Génistées, car les diverses racines que nous avons eues sous les yeux, n'offrent entre elles que de très petites différences.

Sur une coupe transversale, on trouve, de dehors en dedans (*fig.* 1 et 2) :

Un suber assez épais, constitué par 8 à 10 assises de cellules rectangulaires, très aplaties tangentiellement, dont les couches les plus externes sont colorées en brun.

Puis vient le parenchyme cortical, formé de vastes cellules, allongées tangentiellement, tendant vers la forme rectangulaire.

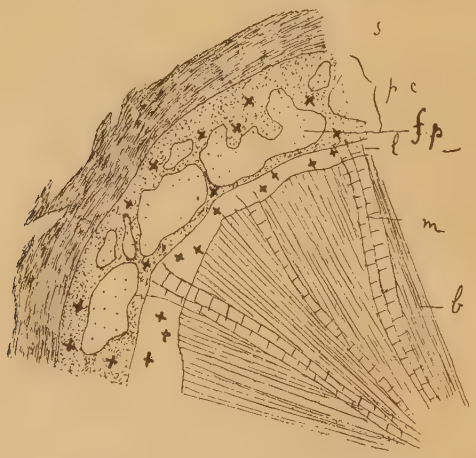

FIG. 2. — *Spartium junceum*, rac. (Schema) : *s*, suber ; *pc*, parenchyme cortical ; *fp*, fibres péricycliques ; *l*, liber ; *m*, rayons médullaires ; *b*, bois. (Le signe + indique les régions a alcaloïdes).

Ces cellules, d'abord petites vers l'extérieur, sont de plus en plus grandes à mesure qu'on approche du liber. Elles sont très riches en amidon et contiennent quelques cristaux d'oxalate de chaux ; leur parois sont minces et blanches.

Dans ce parenchyme cortical se rencontrent çà et là, adossées

au liber, quelques grosses cellules scléreuses cubiques ou rectangulaires, allongées radialement.

Le péricycle est très développé, et formé de fibres à parois épaissies ; ces fibres forment des îlots très abondants, figurant très nettement le cercle du péricycle ; ils sont presque adossés au liber. Assez espacés entre eux dans certaines espèces, et par suite plus nombreux et plus petits (*Spartium* (*fig.* 2) *Genista scorpius*, *G. germanica*), ils sont au contraire ajoutés bout à bout presque sans interruption dans d'autres espèces (*Sarothamnus*) (*fig.* 1).

Le liber est réduit par rapport au parenchyme cortical. Il est en îlots séparés par des rayons médullaires composés de deux ou trois rangées de cellules, cubiques ou rectangulaires, gorgées d'amidon, et allongées dans le sens du rayon. Le liber, qui, comme nous le verrons, est en partie le siège du principe actif, est formé des éléments qui le constituent d'ordinaire : tubes criblés, fibres et cellules libériennes.

Une mince assise de cellules cambiales sépare le liber du bois.

Le bois est formé de faisceaux cunéiformes, séparés entre eux par les rayons médullaires qui prennent naissance dans le parenchyme cortical et traversent le liber. A mesure que ces rayons médullaires s'approchent du centre, ils deviennent de plus en plus étroits.

Les faisceaux ligneux sont composés de fibres et de vaisseaux irrégulièrement disposés. Les fibres ont des parois épaisses et un lumen étroit ; leur section est presque toujours polygonale. Les vaisseaux, disposés çà et là parmi les fibres, sont arrondis, larges, aux parois épaisses (mais moins que celles des fibres) et ponctuées. A mesure qu'on s'approche du centre de la racine, le diamètre des vaisseaux diminue ; au centre même, ils font

complètement défaut : on n'y trouve que des fibres plus étroites que celles de la périphérie et très serrées.

Tels sont les caractères des racines que nous avons étudiées; ils sont les mêmes pour toutes, et nous n'avons pas trouvé de caractères distinctifs, permettant de les différencier.

Localisation dans les racines.— Malgré nos démarches, nous n'avons pu nous procurer qu'un nombre très restreint de racines : seules, celles du *Sarothamnus*, du *Genista sagittalis*, du *Spartium*, du *Genista germanica* et du *Genista scorpius* ont pu être étudiées. Mais ces deux dernières espèces, ne contenant pas d'alcaloïdes, ont été pour nous sans importance.

D'une manière générale, nous avons pu constater que les racines sont beaucoup moins riches que les autres parties des mêmes plantes ; cette différence est frappante surtout pour le *Sarothamnus scoparius*, dont la racine est même très pauvre en alcaloïdes. En tout cas, dans les racines, la localisation est rendue difficile par la grande quantité d'amidon que nous avons toujours rencontrée au cours de nos recherches.

Dans les racines *très jeunes*, les alcaloïdes se trouvent localisés dans quelques cellules du parenchyme cortical et de l'endoderme; ils sont plus abondants dans les parties avoisinant le cylindre central. Ceci paraît en contradiction avec ce que nous avancerons dans nos conclusions générales (conclusion V), mais n'en est pas moins exact. La contradiction n'est, en effet, qu'apparente, car cette richesse plus grande en alcaloïdes de la région avoisinant le cylindre central n'est que momentanée ; on ne la constate que dans les racines *excessivement jeunes*. Si l'on considère une racine encore jeune mais cependant un peu plus développée, on constate que le liber est moins abondamment pourvu d'alcaloïdes, tandis que les portions plus externes

du parenchyme cortical en contiennent davantage. Quant au suber et à la moelle, ils ne contiennent pas d'alcaloïdes, le bois non plus.

Enfin, dans les racines âgées, les alcaloïdes se rencontrent dans le liber et dans quelques cellules du parenchyme cortical. Le cylindre central et les rayons médullaires en sont absolument privés. Plus les racines sont âgées, et plus elles sont pauvres en alcaloïdes ; plus aussi ces derniers paraissent gagner la périphérie aux dépens du liber et de l'endoderme. En effet, par de nombreuses coupes faites sur des racines *à différents âges et appartenant à une même plante*, nous avons pu, par comparaison, constater ce que nous disions plus haut, à savoir que dans les racines très jeunes, le liber et la portion interne du parenchyme cortical étaient plus riches en alcaloïdes que les portions externes ; tandis que dans les racines plus âgées, les alcaloïdes étaient également répartis entre le liber et tout le parenchyme cortical ; le liber et le parenchyme cortical interne ont toujours été plus pauvres en alcaloïdes dans les racines âgées que dans les racines jeunes.

Pour les racines, les réactifs qui nous ont paru devoir être préférés, sont d'abord celui de Bouchardat, puis celui de Vrij et Sonnenscheim, enfin celui de Mayer (ou de Valser).

Au point de vue de la richesse en alcaloïdes, on peut ainsi classer ces racines, d'une manière décroissante : *Genista sagittalis*, *Sarothamnus scoparius*, *Spartium junceum*.

Tiges. — Celles que nous avons pu étudier sont beaucoup plus nombreuses que les racines. Si leur structure paraît, au premier abord, assez variable, cela tient plutôt à la morphologie externe des tiges d'espèces différentes ; les unes, en effet, sont cylindriques, tandis que d'autres sont pentagonales, avec des

arêtes saillantes donnant une section étoilée ; d'autres, enfin, tiennent le milieu entre ces deux formes.

D'une manière générale, sur une coupe transversale, on trouve, de dehors en dedans (*fig. 3 à 9*) :

Un épiderme, composé d'une ou deux couches de cellules cubiques et revêtu d'une cuticule. Cet épiderme est souvent recouvert de poils unicellulaires. Quand la tige a des côtes très

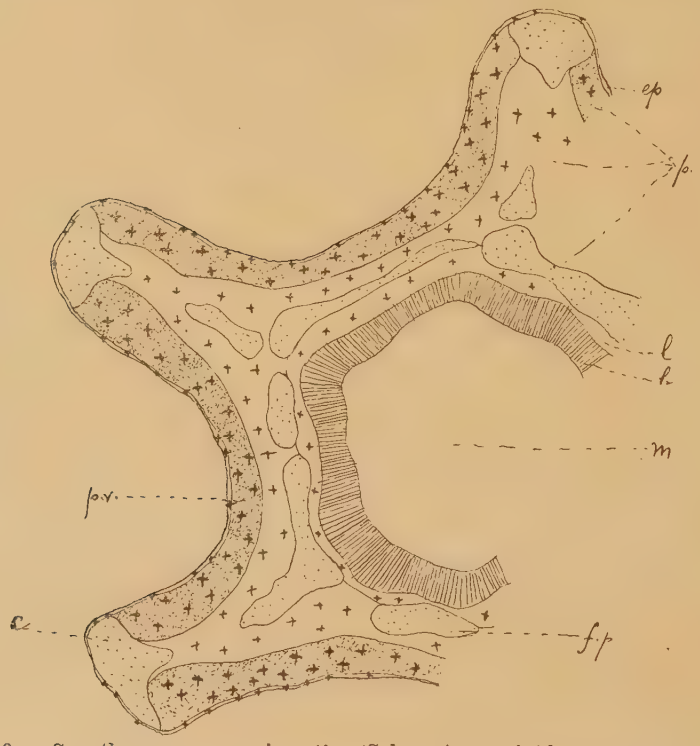

Fig. 3.— *Sarothamnus scoparius*, tige (Schema) : *ep*, épiderme ; *pc*, parench. cort.; *l*, liber ; *b*, bois ; *m*, moelle ; *c*, collenchyme ; *pv*, parench. vert chlorophyllien ; *fp*, fibres péricycliques.
(Le signe + indique les régions à alcaloïdes).

rapprochées, et recouvrant entièrement les sillons, ces poils sont au fond des sillons et n'émergent pas (*fig. 4 et 9*).

Le *Genista sagittalis* a la particularité de porter sur ses tiges 2 à 4 ailes aplaties, foliacées, courantes, ininterrompues par l'insertion des feuilles. Ces ailes sont recouvertes d'un épiderme et ne possèdent aucun élément scléreux ; pas de collenchyme. Leur constitution anatomique se rapproche de celle d'un limbe foliaire ; entre les deux épidermes, on trouve un parenchyme lacuneux, sans parenchyme en palissade.

Sous l'épiderme de la tige des Genêts, viennent, en alternant, des îlots de parenchyme chlorophyllien et des îlots de collen-

FIG. 1.— *Genista purgans*, tige (Schema) : *ep*, épiderme ; *pc*, parench. cort. ; *l*, liber ; *b*, bois ; *m*, moelle ; *c*, collenchyme ; *pv*, parench. vert ; *fp*, fibres péricycliques.
(Le signe + indique les régions à alcaloïdes).

chyme. Les positions respectives de ces deux sortes de tissus sont très variables suivant les espèces, ce qui fait prendre pour des différences de structure ce qui n'est dû qu'à la configuration externe de la tige. Le plus souvent, les tiges présentant des côtes peu saillantes et des sillons peu profonds, on trouve, correspondant à chaque côte, un îlot de collenchyme,

et à chaque sillon un long îlot en demi-cercle, de parenchyme chlorophyllien. Les îlots de collenchyme se trouvant entre les masses de parenchyme chlorophyllien s'insinuent plus ou moins,

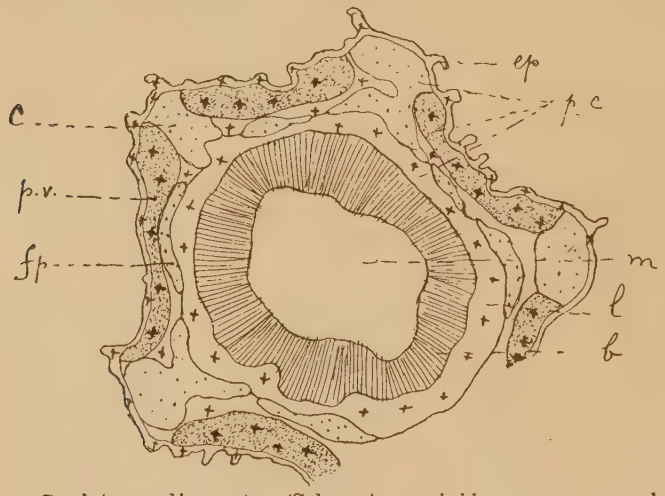

FIG. 5. — *Genista candicans*, tige (Schema) : *ep*, épiderme ; *pc*, parench. cort., *l*, liber ; *b*, bois ; *m*, moelle ; *c*, collenchyme ; *pv*, parench. vert ; *fp*, fibres péricycliques.
(Le signe + indique les régions à alcaloïdes).

sous forme de coin, vers le centre de la tige. Les *Genista purgans* (*fig.* 4), *G. tinctoria* (*fig.* 6), *G. scorpius*, *G. pilosa*, *G. horrida*, *G. candicans* (*fig.* 5) et les *Retama* (*fig.* 8 et 9) présentent cette disposition intermédiaire.

Chez les *Sarothamnus* (*fig.* 3), à cause de la section étoilée, les îlots de collenchyme sont très réduits et refoulés aux extrémités des arêtes qu'ils renforcent ainsi, tandis que les îlots de parenchyme chlorophyllien s'étalent en longues bandes, d'une arête à l'autre. On retrouve cette constitution, d'une manière absolument semblable, chez le *G. andræana*.

Dans le genre *Spartium* (*fig.* 7), la tige étant ronde, les îlots collenchymateux et ceux de parenchyme chlorophyllien alternent

très régulièrement l'un avec l'autre, ces derniers étant toujours au moins deux fois plus volumineux que les îlots de collenchyme.

Fig. 6. — *Genista tinctoria*, tige (Schema) : *ep*, épiderme ; *pv*, parench. vert; *c*, collenchyme ; *l*, liber ; *b*, bois, *m*, moelle ; *fp*, fibres péricycliques. (Le signe + indique les régions à alcaloïdes).

Sous ces îlots alternants, se trouve la partie du parenchyme cortical qui ne contient pas de chlorophylle. Les cellules sont grandes vers l'extérieur et de plus en plus petites à mesure qu'on approche du centre ; elles sont tantôt ovales, tantôt sphériques ou allongées tangentiellement ; leurs parois sont minces ; elles ne laissent entre elles que peu de méats.

L'endoderme se reconnaît à ses cellules régulières qui renferment de l'amidon et sont très peu chlorophylliennes, à l'encontre des autres cellules corticales.

Comme dans la racine, le péricycle est en général très développé, et constitué par des fibres unies en îlots plus ou moins

rapprochés les uns des autres. Chez le *Sarothamnus* (*fig.* 3), ces îlots arrivent presque à se rejoindre et à former un cercle ininterrompu ; ils envoient des prolongements correspondant à chacune des cinq côtes. Dans les *Retama* (*fig.* 8 et 9), au contraire, le

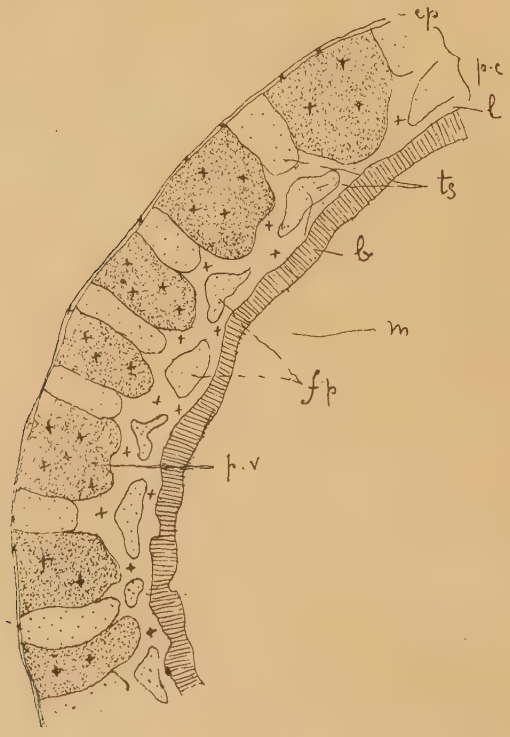

Fig. 7. — *Spartium junceum*, tige (Schema) : *ep*, épiderme ; *pc*, parench. cort.; *pv*, parench. vert ; *c*, collenchyme ; *l*, liber ; *b*, bois ; *m*, moelle ; *fp*, fibres péricycliques.

(Le signe + indique les régions à alcaloïdes).

péricycle, très réduit, ne renferme que peu de fibres unies en îlots ; de même dans le *G. sagittalis*.

A ce niveau, prennent naissance les rayons médullaires, composés de 3-4 assises de cellules allongées dans le sens du rayon.

D'abord larges, ces rayons s'amincissent à mesure qu'ils se rapprochent du centre, qu'ils atteignent rarement.

Le liber vient immédiatement après le péricycle. Il est en général très réduit par rapport à l'épaisseur du parenchyme cortical.

Il est quelquefois nettement divisé par le passage des rayons médullaires ; d'autres fois, cette division est très peu nette. Il est

Fig. 8. — *Retama spherocarpa*, tige (Schema) ; *ep*, épiderme ; *pc*, parench. cort. ; *l*, liber ; *b*, bois ; *m*, moelle ; *c*, collenchyme ; *p v*, parench. chlorophyllien.
(Le signe + indique les régions à alcaloïdes).

constitué par 7-8 rangées de cellules contenant de loin en loin des cristaux d'oxalate de chaux, mais assez rares.

Chez le *Genista scorpius* et le *Retama spherocarpa* (*fig.* 8), au lieu de former une bande circulaire ininterrompue, il se présente sous forme de faisceaux libéro-ligneux ovales, isolés.

Enfin vient le bois, très réduit lui aussi. Il forme un anneau étroit, laissant en son milieu un vaste espace occupé par la moelle. Il est formé surtout de fibres ligneuses, à section quadrangulaire

ou polygonale, et ne renferme que fort peu de vaisseaux. Il est divisé par le passage des rayons médullaires.

Fig. 9. — *Retama monosperma*, tige (Schema) : *ep*, épiderme ; *pc*, parench. cort. ; *l*, liber ; *b*, bois ; *m*, moelle, *fp*, fibres péricycliques ; *pv*, parench. chlorophyllien ; *c*, collenchyme.
(Le signe + indique les régions à alcaloïdes).

Cette disposition du bois est la même chez toutes les espèces que nous avons étudiées, sauf chez le *Genista scorpius* et le *Retama spherocarpa* (*fig.* 8). Dans ces deux espèces, au lieu de former une bande continue, il est constitué par des faisceaux libéro-ligneux ovales, tout à fait distincts les uns des autres. Ces faisceaux sont disposés en cercle. Mais dans le *Retama spherocarpa*, leur arrangement est moins régulier que dans le *G. scorpius*, et quelques-uns émigrent vers l'extérieur, dans le parenchyme cortical.

Localisation dans les Tiges. — Nos recherches ont porté sur

les espèces suivantes : *Sarothamnus scoparius*, *Spartium junceum*, *Genista tinctoria*, *G. purgans*, *G. andræana*, *G. candicans*, *G. sagittalis*, *Retama monosperma*, *R. spherocarpa*, *G. scorpius*, *G. horrida*, *G. germanica*.

Ces trois dernières espèces ne contiennent pas d'alcaloïdes.

Dans les tiges très jeunes, les alcaloïdes se trouvent localisés dans l'épiderme, le parenchyme cortical (chlorophyllien ou non), le liber et la moelle. Le bois n'en contient pas. Ils paraissent plus abondants dans le liber que dans les couches externes.

Dans les tiges possédant une couche subéreuse en voie de formation, les alcaloïdes ont presque disparu de l'épiderme. Dans celles où le suber est entièrement formé, l'épiderme ne contient absolument plus d'alcaloïdes. A part cela, ceux-ci se trouvent localisés dans les mêmes régions que dans les tiges plus jeunes : parenchyme cortical chlorophyllien ou non, liber, moelle. Dans le *Retama monosperma* très jeune, le parenchyme non chlorophyllien est plus riche en alcaloïdes que le parenchyme vert ; à un âge un peu plus avancé les réactions s'observent surtout vers l'extérieur.

Enfin, dans les tiges âgées, les alcaloïdes ont disparu complètement de la moelle ; on les trouve surtout dans le liber et le parenchyme cortical, mais en plus grande quantité dans ce dernier que dans le liber.

Dans les ailes du *G. sagittalis*, l'alcaloïde est localisé dans les épidermes et dans presque toutes les cellules du parenchyme médian.

Les réactifs qui nous ont donné les meilleurs résultats sont, par ordre d'activité décroissante : ceux de Bouchardat, de Vrij et Sonnenscheim, de Mayer, de Valser, pour presque toutes les tiges étudiées. Cependant, pour le *Retama monosperma et le Genista andræana*, nous plaçons les réactifs de Mayer et de

Vrij avant celui de Bouchardat, dont les résultats se sont fait attendre un certain temps.

De même que dans les racines la localisation était rendue difficile par la grande quantité d'amidon contenue dans les cellules, dans les tiges elle a été rendue plus délicate à cause de la présence de la chlorophylle. La même observation doit être faite au sujet des feuilles, dont nous allons aborder l'examen. Nous n'avons pu trouver aucun procédé qui nous permît d'éviter *absolument* cette cause d'erreur : nous devons cependant indiquer que le réactif de Vrij et Sonnenscheim, donnant des précipités jaune clair, nous a permis de tourner très suffisamment la difficulté.

Les espèces dont la tige est le plus riche en alcaloïdes sont, par ordre décroissant : le *Sarothamnus scoparius* ; le *Retama sphærocarpa*, le *G. purgans* et le *G. andræana* qui se valent, puis le *G. tinctoria*, les *G. sagittalis*, *pilosa*, le *Retama monosperma*, enfin le *G. candicans* et le *Spartium junceum*,

Feuilles. — Au point de vue de la morphologie, elles présentent une assez grande variété. La plupart sont pétiolées, et dans ce cas leur pétiole est le plus souvent très court ; de ce nombre sont : le *Sarothamnus scoparius*, le *Spartium junceum*, les *G. scorpius*, *tinctoria* (presque sessile), *pilosa*, *candicans* et *germanica*. Quelques autres sont sessiles : les *G. purgans*, *sagittalis*. Enfin, dans le *Sarothamnus scoparius*, les feuilles du bas sont pétiolées et celles du haut sessiles,

Les stipules ne se rencontrent que chez les *G. scorpius*, *tinctoria*, *candicans*.

Chez certaines espèces (*Sarothamnus scoparius*, *G. purgans*), on trouve des feuilles trifoliolées à la partie inférieure et simples à la partie supérieure, sur la même plante. Les feuilles simples

et les folioles des feuilles composées sont ovales ou oblongues chez le *Sarothamnus scoparius*, *Spartium junceum*, *G. candicans* ; lancéolées chez les *G. scorpius*, *sagittalis*, *germanica*, *pilosa*. Dans le *G. tinctoria*, les bords des feuilles sont souvent ciliés, et il y a trois nervures longitudinales, dont la médiane est ramifiée.

Toutes les feuilles que nous avons étudiées sont pubescentes ; les unes sur une seule face, qui est alors la face inférieure : *G. scorpius*, *G. purgans*, *G. pilosa* ; d'autres sur les bords : *G. tinctoria*, *G. germanica* ; d'autres enfin sur les deux faces : *Sarothamnus scoparius*, *Spartium junceum*, *G. sagittalis*, *G. candicans*, *Retama monosperma* et *spherocarpa*. Dans ce cas, la face inférieure est beaucoup plus tomenteuse que la face supérieure. Ces poils sont toujours unicellulaires, soyeux, assez longs ; chez le *G. pilosa*, ils sont nettement appliqués sous le limbe. Le plus souvent blancs, ils sont roux chez le *Spartium junceum*.

Au point de vue anatomique, il faut noter tout d'abord la forme des cellules épidermiques vues de face. Dans toutes les espèces que nous avons étudiées, ces cellules sont plus longues que larges et orientées dans le sens de la longueur de la feuille. Elles sont polygonales et régulières dans le *Sarothamnus scoparius*, et s'éloignent peu de cette forme dans les autres espèces : dans le *G. sagittalis*, elles sont presque rectangulaires et un peu moins régulières que dans l'espèce précédente ; dans le *Spartium junceum*, elles sont un peu plus irrégulières et envoient des prolongements peu considérables dans chaque cellule voisine. Enfin cette disposition est beaucoup plus nette dans le *G. germanica*, où les cellules épidermiques sont très irrégulières et s'engrènent mutuellement comme les pièces d'un jeu de patience.

Sur ces épidermes se trouvent de très nombreux stomates ; moins nombreux à la face supérieure qu'à la face inférieure. Leur aspect est normal ; ils sont, dans presque tous les cas, entourés par trois cellules péristomatiques, et très rarement par quatre ; ces cellules s'incurvent pour s'appliquer contre les stomates. Ceux-ci sont au-dessous du niveau des cellules épidermiques ; c'est là (Vesque) un moyen de défense contre les pertes d'eau excessives : il se produit ainsi un canal plus ou moins étroit, interposé entre l'ostiole et l'atmosphère extérieure.

Sur une coupe transversale, on trouve, de dehors en dedans (*fig.* 10) :

Fig. 10. — *Spartium junceum*, feuille : *eps*, épiderme sup.; *pl*, parench. lacuneux ; *epi*, épiderme inf.
(Le signe + indique les régions à alcaloïdes)

Un épiderme recouvert d'une cuticule ; les cellules épidermiques sont grandes, à parois épaissies, cubiques, hyalines, sans chloroleucites, et fortement unies entre elles sur les côtés. L'épiderme est formé d'une seule assise de ces cellules. Il porte des poils, dont nous avons déjà parlé.

Au-dessous de l'épiderme vient le parenchyme en palissade formé de deux assises de cellules dans le *Sarothamnus scoparius* le *Spartium junceum*, les *G. pilosa* et *tinctoria*, d'une seule assise dans les *G. sagittalis* et *germanica*. Ces cellules, très courtes dans le *G. sagittalis* et le *G. pilosa*, sont beaucoup plus longues dans le *G. germanica*. L'épaisseur totale du parenchyme en palissade est de la moitié du mésophylle (épiderme non compris).

Ensuite le mésophylle se continue par un parenchyme lacuneux ordinaire, semblable dans toutes les espèces, sauf dans le *G. tinctoria*, où les méats sont beaucoup plus nombreux et plus considérables.

La nervure médiane est normale, composée de faisceaux libéro-ligneux dont le bois est au-dessus et le liber au-dessous. Au-dessus de ces faisceaux et au-dessous d'eux sont des fibres, et plusieurs couches de collenchyme remplissent l'intervalle compris entre la partie inférieure de la nervure médiane et l'épiderme inférieur.

Enfin, au-dessous, l'épiderme inférieur, semblable à l'épiderme supérieur, mais dont les cellules sont différenciées en collenchyme, au niveau de la nervure médiane.

Localisation dans les feuilles. — Nous avons pu étudier les feuilles des mêmes espèces que les tiges précédemment mentionnées. Nous devons dire, tout d'abord, que nos observations ont porté sur des feuilles recueillies au printemps.

Pour le *Sarothamnus scoparius*, que nous prendrons comme type, les alcaloïdes sont localisés surtout et très abondamment dans les deux épidermes. Ils sont aussi très abondants dans la couche immédiatement inférieure, de sorte que, sur une coupe transversale, on voit très nettement, après l'action du réactif,

deux lignes épaisses et concentriques, faisant le tour de la coupe, l'une sur les bords, et l'autre plus interne, accolée à la première, due aux réactions produites dans le parenchyme en palissade.

Le parenchyme lacuneux contient des alcaloïdes, dans quelques-unes de ses cellules, disposées irrégulièrement, mais il en contient peu. Ces cellules se trouvent de préférence autour de la nervure médiane. Dans la nervure médiane, les alcaloïdes sont localisés dans les faisceaux libériens seuls.

Les feuilles du *Sarothamnus scoparius* sont très riches en alcaloïdes.

La localisation est la même pour les feuilles de *G. purgans*, *G. sagittalis*, *G. tinctoria*, *G. andræana*, *G. candicans*, cette dernière étant seulement beaucoup moins riche en alcaloïdes.

Pour le *Spartium junceum*, la localisation est un peu différente ; les alcaloïdes se rencontrent dans les deux épidermes, mais sont beaucoup plus abondants dans l'épiderme supérieur que dans l'épiderme inférieur. Les cellules stomatiques de l'épiderme ne contiennent pas d'alcaloïdes. Le mésophylle et le faisceau libéro-ligneux de la nervure médiane ne nous ont donné aucune réaction.

Les poils âgés ne contiennent plus d'alcaloïdes, mais les jeunes en contiennent, et encore fort peu. Dans cette espèce, les feuilles sont plus riches en spartéine que les tiges.

Chez les *Retama*, nous avons examiné des feuilles très jeunes, à peine dépliées. Elles sont très tomenteuses, les poils sont unicellulaires. Les réactions se sont produites presque partout, mais surtout dans les épidermes et à leur voisinage. Au centre du mésophylle, les cellules à alcaloïdes sont de plus en plus rares. Les poils, même très jeunes, n'ont donné aucune réaction. Il est probable que, si nous avions pu examiner des feuilles plus âgées,

les réactions se seraient produites encore plus sur les bords et moins au centre, comme dans les autres feuilles.

D'une manière générale, les feuilles étant chargées en chlorophylle, les réactions sont difficiles à interpréter ; aussi, pour le *Sarothamnus scoparius*, le réactif de Vrij et Sonnenscheim est-il celui qui nous a donné les meilleurs résultats à cause de la couleur jaune vif des précipités qu'il fournit. Cependant, pour le *G. tinctoria*, les réactifs de Bouchardat, de Mayer et de Valser sont préférables. Quant au *Spartium junceum*, les réactifs qui conviennent le mieux sont ceux de Bouchardat, puis de Vrij et Sonnenscheim.

Les espèces qui nous ont paru le plus riches en alcaloïdes sont, par ordre décroissant : 1° le *Sarothamnus scoparius*, 2° le *Retama spherocarpa*, le *G. andræana*, *G. purgans*, *G. tinctoria*, 3° le *G. pilosa*, le *Sparteum junceum*, le *Retama monosperma*, le *G. candicans*.

Fleurs. — Un parenchyme très délicat, coloré le plus souvent en jaune, dans lequel se trouvent quelques rares et très fines nervures, le tout limité par deux épidermes, telle est la structure des diverses parties de la corolle (fig. 11).

Quant aux autres parties de la fleur, nous ne les avons pas étudiées au point de vue anatomique, jugeant leur importance très relative. Les fleurs sur lesquelles ont porté nos observations sont celles du *Sarothamnus*, du *Spartium*, du *Genista sagittalis*, du *G. germanica* et du *G. scorpius*.

Nous savons que ces deux dernières espèces ne contiennent pas d'alcaloïdes.

Avant d'indiquer la localisation dans les fleurs, nous croyons devoir insister sur les principales différences botaniques qui

existent entre les fleurs de *Sarothamnus* et celles de *Spartium*, ces dernières ayant été substituées aux premières (p. 11). Voici ces différences d'après Mr Perrot :

« Dans la fleur de *Sarothamnus*, *le calice est à deux lèvres*, dont la supérieure porte deux dents et l'inférieure trois ; *le style est enroulé en cercle*, *la gousse est hérissée de longs poils sur les bords*.

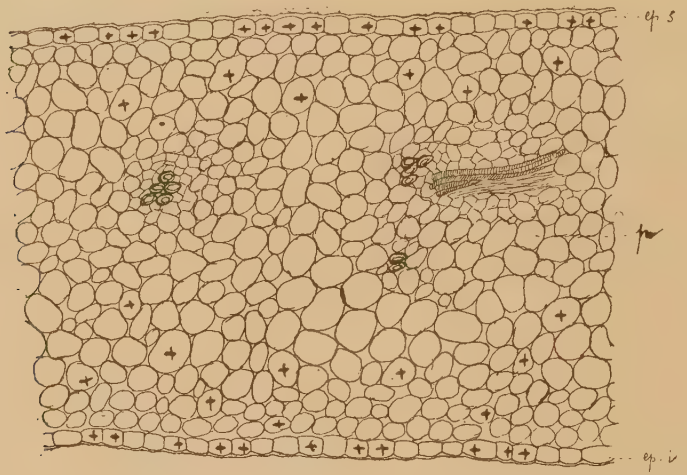

Fig. 11. — *Sarothamnus scoparius*, fleur (étendard): *eps*, épiderme sup.; *p*, parenchyme ; *epi*, épiderme inf.
(Le signe + indique les régions à alcaloïdes).

Dans le *Spartium*, *le calice est fendu jusqu'à la base en une seule lèvre*, *coupée obliquement*, et terminée par cinq petites dents ; *le style est courbé au sommet. mais non enroulé en cercle*, *la gousse est plus ou moins glabre*. »

Localisation dans les fleurs. — Au point de vue de la localisation, il n'y a pas de différences entre les diverses fleurs de Genêts. En général, les fleurs sont, de tous leurs organes, ceux qui renferment le moins d'alcaloïdes. En tous cas, le calice et

la corolle en contiennent à peu près dans les mêmes proportions, cette dernière étant un peu plus riche que le calice.

Dans le calice, ils sont localisés : 1° dans les deux épidermes, et, à l'encontre de ce qui a pu être observé pour d'autres fleurs, de préférence à la face *interne* (appliquée contre la corolle) ; 2° autour des faisceaux libéro-ligneux.

Dans la corolle, l'étendard est celle de ses pièces qui paraît en contenir le plus. On les rencontre : 1° surtout dans les épidermes, et encore pas dans toutes leurs cellules ; 2° dans quelques cellules à l'intérieur du parenchyme. Ces cellules sont très rares et très irrégulièrement disposées ; elles se trouvent plutôt dans le voisinage des épidermes que vers le milieu. — Dans les *étamines*, très peu dans le filet, davantage dans les anthères.

En général, les cellules à alcaloïdes sont plus nombreuses quand on fait des coupes près des points d'insertion des diverses pièces florales, que vers leurs extrémités supérieures.

Ici, à cause de la coloration naturelle des fleurs, le réactif de Vrij et Sonnenscheim ne donne pas de bons résultats, car les précipités qu'ils donnent sont de la même couleur que le fond de la préparation. Le réactif de choix est celui de Bouchardat.

Fruits et Graines. — Le fruit se compose d'un seul carpelle, renfermant le plus souvent de nombreuses graines, sauf cependant chez le *Retama monosperma*. Le fruit est une gousse.

Sur une coupe, cette gousse est constituée par un parenchyme vert analogue à celui d'un limbe foliaire, mais avec moins de lacunes, à l'intérieur se trouvent quelques cellules scléreuses, et des faisceaux libéro-ligneux. Le tout est recouvert extérieurement d'un épiderme plus ou moins glabre dans certains genres (*Spartium*), et hérissé de longs poils dans d'autres, surtout sur les bords (*Sarothamnus*).

Les graines qui sont renfermées dans cette gousse présentent les caractères généraux propres aux graines de légumineuses. Elles sont réniformes chez le *Spartium*, ovales ou ovoïdes et comprimées chez le *Retama monosperma*, les *G. pilosa*, *G. sagittalis*. *G. germanica*, *G. candicans*, oblongues et tronquées à la base chez le *G. purgans* et le *Sarothamnus scop*; lenticulaires chez le *G. tinctoria*. Leur couleur varie du vert (pour presque toutes) au brun (*Spartium*). Elles sont toutes luisantes, et leur hile est très vaste, et figure une dépression profonde, sauf dans le *Spartium*.

Sur une coupe on voit, de dehors en dedans (fig. 12) un tégument formé dans les trois graines que nous avons pu étudier, de cellules scléreuses, étroites et allongées radialement ; leur lumen est plus large en haut qu'en bas.

Fig. 12. — *Retama spherocarpa*, graine : *t*, tégument ; *rad*, radicule ; *c*, cotylédons ; *a*, albumen non encore résorbé. (Le signe + indique les régions à alcaloïdes).

Au-dessous de ce tégument, se trouve, dans les graines en voie de développement, un albumen qui se continue jusqu'aux

cotylédons très réduits. Dans les graines âgées, cet albumen est toujours résorbé, et les cotylédons se trouvent dans un espace vide : ils ont grossi et occupent presque toute la cavité ; l'espace vide, considérable dans les graines de *Retama*, est beaucoup plus réduit dans celles de *Sarothamnus* et de *Spartium*.

Les cotylédons sont formés extérieurement par une couche de cellules épidermiques, au-dessous de laquelle sont souvent deux rangées de cellules allongées radialement (*Sarothamnus*, *Spartium*). Enfin, l'intérieur est rempli par des cellules polygonales, irrégulières, à parois minces, contenant des cristaux d'oxalate de chaux, des grains d'aleurone et d'amidon.

A l'extrémité de la coupe, presque accolée à la pointe de la section des deux cotylédons, est la radicule, présentant la structure des racines primaires.

Localisation dans les gousses et les graines. — Il ne nous a été possible d'observer, malgré nos démarches, que les gousses et les graines de *Spartium junceum*, *Sarothamnus scoparius*, *Retama spherocarpa*. Nous avons eu aussi à notre disposition celles du *G. Scorpius*, mais cette espèce, ne contenant pas d'alcaloïdes, ne présentait pour nous aucun intérêt.

La localisation des alcaloïdes dans les gousses est analogue à celle des feuilles, ce qu'on pouvait prévoir. On les rencontre surtout dans les épidermes, mais beaucoup plus spécialement dans l'épiderme extérieur, puis dans des cellules assez nombreuses du parenchyme central, surtout dans celles qui avoisinent les faisceaux libéro-ligneux. La seule différence à noter entre les trois espèces que nous avons étudiées, c'est que les gousses du *Sarothamnus* sont les plus riches. De plus, on peut dire que les gousses sont moins riches en alcaloïdes que les feuilles, et surtout que les graines, comme nous allons le voir.

Pour celles-ci, la localisation est aussi la même pour les trois espèces étudiées. On rencontre les alcaloïdes dans les deux cotylédons, mais *beaucoup plus* dans leurs épidermes et dans les cellules immédiatement au-dessous de ceux-ci, que vers leur milieu ; de même dans la radicule.

Quant aux téguments, ils en sont absolument privés.

Dans les graines en voie de développement, qui possèdent encore un albumen, on trouve l'alcaloïde répandu dans presque toutes les cellules de celui-ci.

Les alcaloïdes présentent donc la même localisation dans ces trois espèces : la seule différence que l'on constate, réside dans la grande richesse en alcaloïdes des graines de *Retama* et de *Sarothamnus*, alors que celles de *Spartium* sont beaucoup plus pauvres. Cependant, pour cette dernière espèce, la graine est, de toutes les parties de la plante, celle qui est de beaucoup la plus riche en alcaloïdes.

Les réactifs que nous avons préférés, pour la localisation dans les graines, sont ceux de Bouchardat, de Mayer, de Valser.

Chez toutes les Légumineuses toxiques, et par suite chez les Genêts qui ne font pas exception à cette règle, les alcaloïdes préexistent dans les graines, et au moment de la germination se répandent immédiatement dans la jeune tige et la jeune racine. On les retrouve donc aussitôt, dès le début de la germination, dans la jeune plantule. Ce fait concorde d'ailleurs avec les observations de M. Heckel, qui avait remarqué (1890) que, pendant la germination, les alcaloïdes disparaissent peu à peu de la graine, et qu'à un moment donné, on n'y en trouve plus de traces.

TABLEAU RÉCAPITULATIF

TABLEA

NOMS	ASPECT EXTÉRIEUR	RACINE	TIGE	FEUILLES
Sarothamnus scoparius	Arbrisseau de 1 m. environ, très rameux.	Localisat : Parench. cort. Liber et moelle (jeune)	Flexible, glabre, anguleuse, verte. Section étoilée. *Localisat.* Epiderme, parench vert ou non, liber, moelle (jeune).	Pétiolées et trifoliolées en bas sessiles et simples en haut *Localisat.* Epidermes (sur tout le supr) et mésophylle
Spartium junceum	Arbrisseau de 1-2 mèt., très touffu	*Id.*	Rameaux jonciformes, vert glauque. Section circulaire. Même localisation.	Presque sessiles, lancéolées poils roux appliqués. Même localisation.
Genista tinctoria	Sous-arbrisseau de 5-10 décim.	?	Cylindrique, striée, anguleuse, herbacée, glabre, pubescente au sommet. Même loc.	Simples, glabres ou velues sur les bords, lancéolées, court pétiolées. Même localisation
Genista purgans	Arbrisseau de 4 à 8 décim	?	Droite. Ram. touffus. verts, cylindriques, striés. Section circulaire. Même localisation	Petites, sessiles, simples ou trifoliolées, soyeuses. Même localisation.
Genista androœana	Arbrisseau rameux	?	Flexibles, droites, glabres, pentagonales, vertes. Section étoilée. Même localisation.	Pétiolées ou trifoliolées. Simples dans le haut. Même localisation.
Genista sagittalis	Sous-arbrisseau de 1-2 décim.	Localisat : Parench. cort. Liber et moelle (jeune)	Rameuse, rameaux herbacés, comprimés, avec 2-4 ailes foliacées ininterrompues par l'insertion des feuilles. Même localisation.	Alternes, sessiles, velues, ovales. Même localisation.
Genista candicans	Arbriss. de 1 à 2 m., droit, ram.	?	Anguleuses, sans épines, velues à la partie supérieure Même localisation.	Pétiolées, stipulées, velues sur les deux faces. Même localisation.
Genista pilosa	Sous-arbrisseau de 3 à 6 décim.	?	Anguleuse, tuberculeuse, tortueuse, velue. Même localisation.	Pétiolées, pliées, velues en dessous. Même localisation.
Retama monosperma	Arbustes de 2 3 m.	?	Ligneuse, à rameaux glabres, inermes, vert glauque, grêles, filiformes. Même localis.	Très rares, unifoliées, pubescentes, surtout à l'état jeune. Même localisation.
Retama sphero-carpa	*Id.*	?	*Id.*	*Id.*
Genista scorpius	Arbris. de 5-10 déc, glabre, tr. ram.	0	Rameaux serrés, diffus, épines rameuses étalées, striées	Simples, petites, ± velues, n'existent que sur les jeunes pousses.
Genista germanica	Arbrisseau de 3-5 déc., très rameux	0	Droite, très épin., sans feuilles infér[t]. Les rameaux jeunes sont striés et sans épines.	Simples, courtement pétiolées, lancéolées, ciliées.
Genista horrida	Sous-arbris. très rameux très épineux	0	Comme celles du G. scorpius, mais plus ramassées. Rameaux très enchevêtrés.	Peu nombreuses, à court pétiole.

[1] B = réact. de Bouchardat. — V = de Vrij et Sonnenscheim. — M = de Mayer. —
[2] Chiffres désignant les Genêts qui contiennent de la spartéine (10 représentant celui qu

ÉCAPITULATIF

FLEURS	GOUSSE	GRAINES	RÉACTIFS PRÉFÉRABLES [1]	Richesse relative [2]
aunes, en grappes. *Localisat.* — Calice = Epiderme et peu méso phylle. Corolle = Surtout épidermes.	30 à 40 m.m. Noirâtre. Surfaces glabres et bords velus. *Localisation.*— Epiderme, puis mésophylle.	Oblongues, verdâtres. *Localisat.*— Cotylédons (épiderme et intérieur) et radicelle.	Racine = B. V. M. Tige = B. V. M. Feuille = V. B. Fleur = B. Graine = B. M. Vs.	10
aunes, en grappes. Même localisation	Bosselée, velue, puis glabre. Même localisation.	10 à 12 : Réniformes, comprimées-brunes. Même localisation.	Racine = B. V. M. Tige = B. V. M. Feuille = B. V. Fleur = B. Graine = B. M. Vs.	2
aunes, en grappes courtes.	Linéaire, oblongue, glabre, presque droite	5 à 10 : Verdâtres, lenticulaires.	Racine = B. V. M. Tige = B. V. M. Feuille = B. M. Vs.	6
aunes, sessiles, souvt caluques, en grap. courtes terminales. Calice pubescent. Pétales glabres	Ovale, oblongue, velue, noire à la maturité.	Peu nombreuses, oblongues, tronquées, à la base verdâtres.	Tige = M. V B.	8
?	?	?	Racine = B. V. M. Tige = B. V. M. Feuille = B. V. Fleur = B.	7
aunes, en grappes terminales. Calice velu, étendard glabre, carène ciliée. Même localisation.	Oblongue, comprimée, velue, hérissée. Même localisation.	Peu nombreuses, comprimées, luisantes, verdâtres.	Racine = B. V. M. Tige = B. V. M. Feuille = V. B. Fleur = B.	5
aunes; grappes ombelliformes. Calice hérissé. Etendard glabre.	Oblongue, compr., velue-hériss., blanchât., droite ou peu arquée.	4 à 5 : Ovales, comprimées brunes.	Tige = B. V. M. Feuille V. B.	1
aunes, en grappes. Calice et corolle, couverts de poils soyeux appliqués.	Oblongue, comprimée, velue-hérissée	Peu nombreuses, comprimées, verdâtres.	Tige = B. V. M. Feuille = V. B.	3
Jaunes	Ovale, légèrement comprimée, incomplètement déhiscente	Ovales, comprimées	Tige = M. V. B.	4
Id.	Sphérique, incomplètement déhiscente.	Ovoïdes, comprimées.	Tige = M. V. B. Feuille = V. B. Graine = B. V. Vs.	9
aunes, sur épines, en grap. allongées. Calice pubesct. Corolle glabre.	Linéaire — oblongue, droite ou peu courbée, comprimée, verte à la maturité.	3 à 6 : Verdâtres, comprimées, ovales	Pas d'alcaloïdes	0
aunes, petites, en grappes. Calice et corolle velus.	Courte, ovale, velue, un peu comprimée, noire à la maturité.	2 à 3 : Ovoïdes, comprimées, brunes, luisantes.	*Id*	0
?	?	?	*Id*	0

= de Valser.
contient le plus, et 1 celui qui en contient le moins).

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

En résumé, nous pouvons conclure que :

I.— Presque toutes les espèces que nous avons étudiées contiennent de la spartéine. Trois seulement en sont dépourvues : les *Genista germanica*, *scorpius* et *horrida*.

II.— Nous avons observé que, d'une manière générale, les espèces à spartéine n'étaient pas pourvues de piquants, tandis que les trois seules qui ne contenaient pas de spartéine possédaient en très grand nombre ces organes de défense. Nous ne pensons pas qu'il faille voir là une confirmation de cette idée que les alcaloïdes constituent une défense naturelle pour les végétaux : il n'y a vraisemblablement qu'une simple coïncidence.

III.— En général, plus les racines sont jeunes, et plus elles sont riches en spartéine.

IV.— La richesse en alcaloïdes des divers Genêts *que nous avons étudiés* est la suivante, par ordre décroissant :

GRAINES	RACINES	TIGES	FEUILLES
Sarothamnus scop.	Genista sagittalis.	Sarothamnus scop.	Sarothamnus scop.
Retama spheroc.	Sarothamnus sc.	Retama spheroc.	Retama spheroc.
Spartium junceum.	Spartium junceum.	Genista purgans.	Genista andrœana.
		— andrœana.	— purgans.
		— tinctoria.	— tinctoria.
		— sagittalis.	— sagittalis.
		— pilosa.	— pilosa.
		Retama monosperma.	Spartium junceum.
		Genista candicans.	Retama monosperma.
		Spartium junceum.	Genista candicans.

V. — Les alcaloïdes sont surtout localisés (en ce qui concerne les plantes *dont le développement est complet*), dans les parties vertes, vers la périphérie.

Dans les plantes très jeunes, au contraire, les alcaloïdes se rencontrent plutôt dans le liber et dans la portion interne du parenchyme cortical.

VI. — Les organes des plantes qui renferment le plus d'alcaloïdes sont, par ordre décroissant : la *graine*, la *tige* (la partie externe du parenchyme cortical), puis la *feuille*, enfin, venant bien après : la *fleur* et enfin la *racine*.

VII. — Nous pouvons affirmer l'existence de la spartéine dans la grande majorité des espèces que nous avons étudiées, alors qu'on ne connaissait la présence de cet alcaloïde que dans le *Sarothamnus scoparius* et le *Spartium junceum*.

VIII. — Il ressort de notre travail que beaucoup d'autres espèces que le *Sarothamnus scoparius*, tout aussi riches que lui en spartéine, pourraient être utilisées en France, pour l'extrac-

tion industrielle de cet alcaloïde. Ce sont : les *G. purgans*, *andræana*, *tinctoria*, *sagittalis*.

IX. — De plus, des deux espèces exotiques que nous avons étudiées, l'une d'elles, le *Retama spherocarpa*, peut servir au même usage dans les pays où elle croît naturellement.

X. Enfin le mode actuel d'extraction de la spartéine dans l'industrie est justifié par la localisation que nous avons faite de cet alcaloïde dans les parties externes et vertes des plantes.

On pourrait même, pour extraire cet alcaloïde, se borner à s'adresser aux graines, aux feuilles, et aux sommets jeunes des tiges. Pour les tiges plus âgées, on pourrait n'utiliser que les portions externes, rejetant le cylindre central ; quant aux tiges très âgées, on doit les mettre absolument de côté.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Andouard. — Nouveaux éléments de pharmacie, 1898.

Baillon. — Botanique médicale, 1883, p. 662-664.

— Histoire des plantes, 1870, tome II.

Bardet. — Formulaire des Nouveaux remèdes, 1899.

Bentham et Hooker. — *Genera plantarum.*

Bible. — I, Rois, XIX, 4 et 5. — Job., XXX, 4. — Ps. CXX, 4.

Bonnier et de Layens. — Nouvelle Flore des environs de Paris.

Bouchardat. — Matière médicale, t. I, p. 710.

Bouchut et Desprès. — Dictionnaire de médecine et de thérapeutique, 1895.

Cauvet. — Nouveaux éléments de Matière médicale, 1886, t. II, p. 433-435.

Chastaing. — Alcaloïdes naturels (Encyclopédie chimique, t. VIII, 6e fac., 2e sect., Paris 1885).

Codex medicamentarius (1884) et son Supplément (1895).

Courchet. — Traité de botanique, t. II, p. 1054 à 1061, et 1065. Paris, 1898.

Crolas et Moreau. — Précis de pharmacie chimique, p. 601-602. Lyon, 1898.

Dandrieu. — Thèse sur la spartéine, Montpellier, 1887.

Didot. — Encyclopédie moderne, XVI, p. 362-363 (1866).

Dorvault. — L'Officine, p. 515 (1898).

Dujardin-Beaumetz. — Dictionnaire de thérapeutique.

Dupuy (B). — Alcaloïdes, 2 vol. Bruxelles, 1887.

Dupuy (E). — Cours de pharmacie, t. II, 2e fasc. p. 461-467 et p. 578-581 (1894-95).

Errera (L). — Sur la distinction microchimique des alcaloïdes et des matières protéiques (Ann. de la Soc. belge de microscopie, mémoires, t. XIII, fasc. 2, p. 73-121, année 1889).

Errera, Maistriau et Clautriau. — Premières recherches sur la localisation et la signification des alcaloïdes dans les plantes. Bruxelles, 1887 (Ann. de la Soc. belge de microscopie, t. XII, 1885-86).

Frémy. — Encyclopédie chimique, t. X : Analyse chimique des végétaux, Dragendorff, trad. par Schlagdenhaufen, 1885.

Gay (F). — Cours professé à l'Ecole de Pharmacie de Montpellier (Notes), 1895-96.

Gerhardt. — Chimie organique, t. IV, p. 236.

Grenier et Godron. — Flore de France 1848.

Guibourt et Planchon. — Histoire naturelle des drogues simples, tom. III, pag. 358.

Homère. — Iliade, II, 132.

Jadin (F.).— Du siège des principes médicamenteux dans les végétaux. Thèse, Montpellier, 1894.

Lanessan (de). — Manuel d'histoire naturelle médicale.

Lémery. — Traité des drogues simples. Paris, 1714, pag. 368.

Manquat (A). — Traité élémentaire de Thérapeutique, Matière médicale et Pharmacologie (1900), tom. II, pag. 50-53 et pag. 383.

Matthiole. — Commentaires sur Dioscoride CLII (1563).

Mérat et de Lens. — Dictionnaire de Matière médicale (1834), tom. III, pag. 353-356.

Mills. — Ann. de Chem. und Pharm., tom. CXXV, pag. 71.

— Journal de Pharmacie et de Chimie, tom. XLIII, 332.

Pelouze et Frémy. — Traité de Chimie.

Perrot. — Répertoire de Pharmacie, pag. 470 (1901).

Pictet (A.). — Constitution chimique des alcaloïdes végétaux.

Planchon et Collin.— Les drogues d'origine végétale (Paris, 1895).

Pline l'Ancien. — Historia naturæ, Liv. XXIV, CXL, 5 ; et Liv. XIX, II.

Pouzolz (de). — Flore du Gard, tom. I, pag. 205-210 (1862).

Prunier (L.). — Les médicaments chimiques, tom. II, pag. 639-641 (1896-1899).

Richard. — Histoire naturelle médicale, tom. II, pag. 476.

Rymon (de). — Thèse de médecine, Paris, 1880.

Rosoll (Alex.). — Beitrage zur Histochemie der Pflanzen (Sitz. d. Akad. d. Wiss. V. Wien, 1884, Bd 89, abt. I, pag. 137-150).

— Ueber den mikrochemischen Nachweiss der Glycoside und Alkaloïde in den vegetabilischen geweben. Stockerau, 1889-1890 (25 Jahresber. des Landes. Realgymnasiums zu Stockerau).

Sée (G.).— Compte rendu à l'Académie des Sciences (25 nov. 1885).

Soubeiran (L.).— Matière médicale chez les Chinois, pag. 272-274.

— Notes sur les Génistées (Ec. de Pharm. de Montpellier, Laborat. de Pharmacie).

Soulier (H.).—Traité de Thérapeutique et de Pharmacologie (1891).

Théophraste. — Histoire des Plantes, I, 5, 2.

Trousseau et Pidoux. — Thérapeutique, tom. II, pag. 759.

Valérius Cordus. — Historia stirpium.

Van Tieghem. — Traité de Botanique, 2e édit. Paris, Savy (1891).

Vesque. — Bulletin de la Société bot. de France (1889) L.

Würtz. — Dict. de Chimie, tom. II, pag. 1639 et supplément.

Vu et permis d'imprimer
Montpellier, le 5 Juillet 1902
Pour le Recteur,
Le Vice-Président du Conseil de l'Université,
VIGIÉ.

Vu :
Montpellier, le 4 Juillet 1902
Le Directeur,
G. MASSOL.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

INTRODUCTION 3

PREMIÈRE PARTIE

HISTORIQUE 6

DEUXIÈME PARTIE (ÉTUDE DE LA SPARTÉINE)

HISTORIQUE 12
PRÉPARATION 13
PROPRIÉTÉS PHYSIQUES 15
— CHIMIQUES 16
RÉACTIONS 17
SELS 19
PHYSIOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE 20
SCOPARINE 21

TROISIÈME PARTIE

CHAPITRE PREMIER. — ÉTUDE BOTANIQUE 24

CHAPITRE II. — *A.* MÉTHODES GÉNÉRALES DE RECHERCHE ET DE LOCALISATION DES ALCALOÏDES 28

B. ÉTUDE ANATOMIQUE ET LOCALISATION 34
Racines (Anatomie) 34
Localisation dans les racines 38
Tiges (Anatomie) 39
Localisation dans les tiges 46
Feuilles (Anatomie) 48
Localisation dans les feuilles 51
Fleurs (Anatomie) 53
Localisation dans les fleurs 54
Fruits et graines (Anatomie) 55
Localisation dans les gousses et les graines 57

TABLEAU RÉCAPITULATIF 60-61
CONCLUSIONS GÉNÉRALES 62
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE 65